COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JANVIER 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *de Quatrefages,* Membre de la Section d'Anatomie et Zoologie, décédé à Paris, le mardi 12 janvier.

Les obsèques ont eu lieu le samedi 16.

Notice sur Sir Georges Biddel Airy, *Associé étranger de l'Académie;* par M. **Faye**.

« Le décès de M. Airy remonte au 2 janvier. Il est mort dans sa quatre-vingt-onzième année et il aurait vécu plus longtemps encore, grâce à sa solide constitution, si une chute n'avait nécessité une opération chirurgicale dont les suites ont très probablement abrégé ses jours.

» Né à Alnwich (Northumberland) le 27 juillet 1801, il fut élu, à Cambridge, en 1826, *Lucasian professor of Mathematics*, et se fit connaître par ses travaux et ses découvertes en Optique : par celle de la réflexion elliptique du diamant, l'explication des franges de Talbot et surtout par son Mémoire *Sur la double réfraction du quartz*, qui se résume dans la belle expérience des spirales d'Airy. Il était dès lors un des plus éminents partisans de la doctrine des ondulations et des idées de Fresnel.

» En 1828, il fut élu *Plumian professor of Astronomy*, charge qui lui donnait, en outre, la direction de l'Observatoire de l'Université de Cambridge. Ce fut là l'origine de sa carrière astronomique qu'il a si brillamment parcourue, surtout depuis l'époque où il quitta Cambridge pour la direction de l'Observatoire de Greenwich, en 1836, jusqu'en 1881, date à laquelle il résigna ses fonctions.

» Il a été le sixième Astronome royal depuis la fondation de l'Observatoire de Greenwich en 1675. Ses prédécesseurs étaient : Flamsteed, le créateur de l'*Astronomia Cœlestis Britannica;* Halley, célèbre par la comète périodique qui porte son nom, par la découverte de l'accélération du moyen mouvement de la Lune, par la méthode des passages de Vénus qu'il a le premier recommandée à la postérité, et surtout par la publication de l'œuvre immortelle de Newton, *Philosophiæ naturalis Principia mathematica;* Bradley, le plus grand astronome de son temps, qui a découvert l'aberration et la nutation; Maskelyne, qui le premier a introduit la précision dans les observations méridiennes, et pesé la Terre avec la montagne du Shehallien; Pond, qui a si profondément modifié l'outillage moderne des observatoires en obligeant les astronomes à renoncer aux grands quarts de cercle des plus fameux artistes pour adopter les cercles entiers.

» Digne successeur de ces hommes illustres, dès longtemps connu par de beaux travaux sur l'Optique, sur la figure de la Terre, et sur une foule de questions de Mécanique qui lui ont valu la réputation d'un ingénieur hors ligne qu'il fallait consulter en toute occasion, Airy a doté l'Observatoire de Greenwich de son colossal cercle méridien, de son altazimut avec lequel il a fait observer la Lune dans des parties de son orbite qui avaient été dénuées, jusqu'à lui, de toute observation, de sa lunette zénithale, instrument merveilleux d'invention dont on saura tirer plus tard un grand parti, bien qu'il ne s'applique actuellement qu'à l'étoile γ du Dragon, qui reste constamment au zénith de Greenwich et que déjà Bradley avait observée, etc.

» Mais ce qui frappe le plus dans cette longue et brillante carrière,

c'est l'infatigable persévérance avec laquelle Airy a poursuivi, pendant cinquante ans, non seulement la tâche d'observer, en toute occasion, le Soleil, la Lune et toutes les planètes, mais aussi de réduire, jour par jour, ces observations et de les comparer aux Tables astronomiques, afin de fournir aux Géomètres les données nécessaires pour perfectionner leurs théories, et de publier, année par année, cette masse d'observations systématiquement faites et prêtes à être utilisées par les théoriciens. Il a mérité qu'on lui appliquât les paroles du célèbre Secrétaire perpétuel de notre Académie, de Delambre, faisant l'éloge des travaux de l'Observatoire de Greenwich :

» Si, par quelque grande révolution, les Sciences avaient péri et que ces observations eussent survécu au désastre, elles suffiraient, à elles seules, pour reconstruire l'édifice entier de l'Astronomie.

» C'est là ce que l'on peut dire justement de l'œuvre d'Airy, dont nous n'avons pu donner, dans ces courtes lignes, qu'une idée bien imparfaite. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la masse de l'atmosphère.* Note de M. Mascart.

« On calcule habituellement la masse de gaz qui constitue l'atmosphère en l'assimilant à celle d'une couche de mercure qui couvrirait le sol, et dont la hauteur est définie par la pression moyenne.

» Si l'on fait abstraction de la vapeur d'eau et que l'on appelle hauteur *réduite* H de l'atmosphère celle d'une couche de même densité (dans le sens de masse spécifique) qu'au niveau de la mer, et qui ferait équilibre à la pression B du baromètre, les hauteurs H et B sont en raison inverse des densités correspondantes. On a donc, à la température t,

$$\frac{H}{B} = \frac{13600}{1,293} \frac{0^{m},760}{B} \frac{273+t}{273},$$

$$H = 7994^{m} \frac{273+t}{273}.$$

» Le rayon R de la Terre étant de 6378^{km}, il en résulte

$$\frac{H}{R} = \frac{1}{798} \frac{273+t}{273}.$$

» Cette évaluation n'est qu'approchée, car on a supposé la gravité constante et l'on n'a pas tenu compte de l'agrandissement sensible des sur-

faces sphériques à mesure qu'on s'écarte du sol. L'erreur peut être notable, comme je vais essayer de le montrer, en supposant que l'atmosphère est en équilibre et négligeant les effets dus à la rotation.

» Si l'on désigne par p la pression, g la gravité et ρ la densité de l'air à la hauteur h, on a

$$dp = -\rho g\, dh.$$

En indiquant par l'indice o les termes relatifs à la surface et posant

$$p_0 = \rho_0 g_0 \mathrm{H}, \qquad s = \frac{h}{\mathrm{R}+h} = 1 - \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{R}+h},$$

où la quantité H représente, comme plus haut, la hauteur réduite de l'atmosphère, il en résulte

$$(1) \qquad \frac{dp}{p_0} = -\frac{\rho}{\rho_0}\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{H}}\frac{\mathrm{R}\,dh}{(\mathrm{R}+h)^2} = -\frac{\rho}{\rho_0}\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{H}}\,ds.$$

» Cette première équation n'implique aucune hypothèse, si ce n'est qu'on a négligé en chaque point les variations de gravité dues aux couches atmosphériques situées plus bas.

» Admettons d'abord que la température soit constante et que la loi de Mariotte reste applicable jusqu'aux plus faibles pressions. Le rapport des densités est alors égal à celui des pressions; par suite

$$\frac{dp}{p} = -\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{H}}\,ds, \qquad \frac{p}{p_0} = \frac{\rho}{\rho_0} e^{-\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{H}}s}.$$

C'est la formule connue de Laplace. Elle donne bien une pression à peu près nulle dès que la quantité s, toujours inférieure à l'unité, prend une valeur sensible, puisque le rapport $\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{H}}$ est voisin de 800. Toutefois, en dehors des considérations physiques qui ne permettent pas de supposer la température constante, cette expression ne peut pas représenter exactement le phénomène, parce qu'elle conduirait à une masse infinie.

» Si l'on pose, d'une manière générale,

$$\frac{\rho}{\rho_0} = f(s),$$

la fonction $f(s)$ étant égale à l'unité pour $s = 0$, continuellement décroissante, et nulle pour $s = 1$, la masse d'air $d\mathrm{M}$ relative à la hauteur dh est

$$d\mathrm{M} = 4\pi(\mathrm{R}+h)^2 \rho\, dh = 4\pi \mathrm{R}^3 \rho_0 \frac{f(s)}{(1-s)^4}\, ds.$$

Désignant par K la hauteur d'une couche homogène de densité ρ_0 et de même masse totale, on peut écrire

$$M = \frac{4}{3}\pi[(R+K)^3 - R^3]\rho_0 = 4\pi R^3 \rho_0 \frac{K}{R},$$

$$(2) \qquad \frac{K}{R} = \int_0^1 \frac{f(s)\,ds}{(1-s)^4}.$$

» Pour que la masse M soit limitée et que le rapport $\frac{K}{R}$ reste très petit, il serait donc nécessaire que le rapport $f(s)$ des densités renfermât $(1-s)^4$ en facteur. En particulier, toute forme exponentielle est inadmissible.

Si l'on appelle T la température absolue du gaz, les lois de Mariotte et de Gay-Lussac donnent

$$\frac{\rho T}{p} = \frac{\rho_0 T_0}{p_0} = \frac{T_0}{g_0 H},$$

et l'équation différentielle devient

$$(3) \qquad \frac{dp}{p} - \frac{R}{H}\frac{T_0}{T}\,ds.$$

» Une seconde hypothèse consiste à admettre que la température est définie par la condition qu'une masse d'air, s'élevant dans l'atmosphère, n'éprouve aucun gain ni perte de chaleur par rayonnement ou conductibilité, c'est-à-dire suive une transformation adiabatique.

» On trouve alors que la pression, la densité et la température deviendraient nulles à une hauteur de 28^{km} à 30^{km}. Ce résultat est encore très éloigné de la vérité, mais en sens contraire, car on est certain qu'il existe de l'air à des hauteurs beaucoup plus grandes et, si l'atmosphère est réellement limitée, la limite doit être beaucoup plus élevée.

» En effet, M. Jesse a pu photographier, au milieu de la nuit, des nuages, dits lumineux, de deux stations assez éloignées pour que leur parallaxe, rapportée aux étoiles voisines, parût déterminée avec une grande exactitude, et la hauteur dépassait parfois 80^{km}; la pression doit encore être notable dans ces régions pour que les cristaux de glace y soient maintenus en suspension. D'autre part, l'observation des poussières cosmiques, des bolides et surtout des aurores polaires, indique des altitudes supérieures à 200^{km} et même à 500^{km}.

» D'après ce que l'on sait sur les décharges électriques, on est conduit à admettre que la densité des gaz n'est pas nulle à ces hauteurs et doit être de même ordre que celles qui restent dans les tubes à gaz raréfiés,

c'est-à-dire d'un millionième environ de la densité relative aux conditions normales.

» Nous représenterons le rapport des densités par l'expression

$$(4) \qquad \frac{\rho}{\rho_0} = f(s) = (1-s)^4 e^{-\alpha s},$$

qui donne, d'après l'équation (2),

$$\frac{K}{R} = \frac{1}{\alpha}(1-e^{-\alpha}) \quad \text{ou sensiblement} \quad \frac{K}{R} = \frac{1}{\alpha}.$$

» La quantité d'air située au-dessus de la hauteur h est une fraction $e^{-\alpha s}$ de la masse totale.

» Supposons, pour fixer les idées, qu'à la hauteur de 700^{km}, où $s = \frac{1}{10}$, la densité soit réduite à une fraction 10 000 fois plus faible qu'un millionième, c'est-à-dire à 10^{-10}; on a alors

$$10^{-10} = (0,9)^4 e^{-\frac{\alpha}{10}},$$
$$\alpha = 217,7.$$

» Il en résulte, pour la température de 10°,

$$\frac{H}{R} = \frac{1}{770}, \qquad \frac{K}{H} = \frac{770}{218} = 3,53.$$

La masse de l'atmosphère serait ainsi presque quadruplée.

» Dans ces conditions, la quantité d'air située au delà de 700^{km} n'est qu'une fraction de la masse totale inférieure à 10^{-9}, et l'on ne fait pas une erreur de $\frac{1}{1000}$ en limitant l'intégration à l'altitude de 200^{km}, où la densité serait réduite à moins de $\frac{1}{1000}$.

» Toutefois, cette valeur du coefficient α conduirait à des pressions trop grandes pour les altitudes modérées, mais on peut se rapprocher davantage des observations.

» La hauteur du baromètre à différentes altitudes et la température correspondante de l'air permettent de calculer le rapport des densités, car on a, par l'équation (4),

$$\alpha = \frac{1}{s} l(1-s)^4 \frac{\rho_0}{\rho}.$$

» On remarquera, d'abord, que les stations basses ne peuvent donner qu'une approximation insuffisante, car les erreurs correspondantes des

quantités ρ et α sont

$$\frac{d\rho}{\rho} = - s\, d\alpha.$$

» Pour l'altitude de 640^{m}, le facteur s est égal à $\frac{1}{10000}$, de sorte que le coefficient α changerait de 10 unités pour une erreur de $\frac{1}{1000}$ sur le rapport des densités; or, les corrections des instruments, et surtout l'influence qu'exercent les reliefs du sol sur la décroissance des températures, ne permettent guère d'espérer une plus grande approximation.

» D'autre part, si B est la lecture barométrique à la hauteur h, la correction de gravité donne pour la pression réelle $B(1 - s)^2$, et l'on a

$$\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{B_0}{B(1-s)^2} \frac{T}{T_0},$$

$$\alpha = \frac{1}{s} l(1 - s)^2 \frac{B_0}{B} \frac{T}{T_0}.$$

» Je prendrai d'abord, comme exemple, l'observation de Bravais et Martins sur le mont Blanc, à 4815^{m}, où la pression barométrique était de 755^{mm} et la température $-7°,6$, pendant qu'on avait, à l'Observatoire de Genève, situé à l'altitude de 408^{m}, $727^{m},45$ et $19°,3$. On en déduit pour le niveau de la mer, par la formule barométrique, $762^{m},95$ et $21°,7$; le coefficient α, calculé par l'observation du mont Blanc, est de 637.

» De même, la moyenne des observations faites pendant quinze années sur le Pike's Peak, à 4311^{m}, donne pour la hauteur du baromètre $451^{mm},02$ et une température de $-7°,06$. En admettant que la pression moyenne au niveau de la mer soit 763^{mm} et la température $16°$, il en résulte $\alpha = 653,2$.

» Il serait plus correct de soumettre la formule à une série d'épreuves échelonnées, mais on possède très peu d'observations météorologiques à différentes hauteurs que l'on puisse utiliser pour une étude semblable. En outre, la température est singulièrement modifiée dans les stations de montagne et l'on connaît mal les conditions qui conviendraient aux mêmes altitudes dans l'air libre.

» Sous ces réserves, on trouve dans le réseau des observations autrichiennes plusieurs stations assez rapprochées, dont la latitude est voisine de $47°$ et dont les altitudes varient jusqu'à 3105^{m} pour le Sonnblick. On a ainsi, pour les moyennes de l'année 1889, en tenant compte des correc-

tions que M. Hann a bien voulu me communiquer et calculant les valeurs relatives au niveau de la mer par des stations basses :

Stations.	Altitude.	$s.10^6$.	Baromètre.	Température.	α.
	m		mm	o	
Sonnblick...........	3105	486,6	519,12	— 7,1	654,7
Obir...............	2044	320,3	594,07	— 0,5	653,9
Rathausberg........	1935	303	601,85	0,9	660,3
Schafberg.....	1776	278,4	613,45	0,9	655,4
Kolm Saigurn.......	1604	251,4	625,67	2,3	667,8
Bruck-sur-Mur......	488	76,6	718,85	7,4	625,8
Niveau de la mer....	0	0	762,50	10,5	»

» Abstraction faite du dernier nombre, qui correspond à une altitude trop faible, les résultats sont entièrement conformes à l'équation (4), car la correction du baromètre est incertaine pour les stations du Rathausberg et de Kolm Saigurn, qui s'en écartent le plus, et les températures ne paraissent pas suivre la même loi. Si l'on adopte la valeur moyenne $\alpha = 660$, il en résulte

$$\frac{H}{R} = \frac{1}{769}, \qquad \frac{K}{H} = \frac{769}{660} = 1 + \frac{1}{6}.$$

On obtient ainsi, pour la masse totale de l'atmosphère, une valeur supérieure de $\frac{1}{6}$ à celle que fournit le calcul approché. L'observation du mont Blanc, avec $\alpha = 637$, et celle du Pike's Peak avec $\alpha = 653$, donneraient à peu près le même excès.

» Pour $\alpha = 660$, la densité de l'air à 64^{km} de hauteur, où $s = \frac{1}{100}$, devient

$$\frac{\rho}{\rho_0} = (1 - 0{,}01)^4 \, e^{6{,}6} = 0{,}0013,$$

et la quantité d'air située au delà ne représente pas $\frac{1}{700}$ de la masse totale.

» Il est bien difficile d'admettre qu'un air aussi raréfié soit capable de maintenir en suspension les gouttelettes d'eau, ou plutôt les cristaux de glace, qui forment les nuages; il est donc à présumer que la densité diminue finalement d'une manière moins rapide.

» Cette discussion est sans doute bien conjecturale, puisqu'on étend les formules au delà des limites des observations, et je ne la présente qu'avec une grande réserve; mais la marche du phénomène ne paraît pas douteuse, et la correction relative à la vapeur d'eau ne changerait pas beaucoup les résultats.

» D'ailleurs, les lois physiques dont on fait usage ne sont plus applicables aux régions supérieures de l'atmosphère; il est même probable que la densité n'est pas une simple fonction de la hauteur, quelle que soit la distribution des températures, et que la superposition de deux couches identiques, dont chacune est en équilibre, ne constituerait pas une atmosphère en équilibre stable.

» Enfin le problème devient bien plus complexe, si l'on fait intervenir les mouvements intérieurs de l'atmosphère et la tumescence qui doit se produire dans la zone équatoriale, par suite du mouvement de rotation.

» Il paraîtra peut-être légitime d'en conclure que l'on commet une erreur notable, impossible à préciser, en évaluant la masse totale de l'atmosphère par la pression qu'elle exerce à la surface du sol.

» Ajoutons cependant que, s'il n'est pas permis, en toute rigueur, de représenter le rapport des densités par une simple formule exponentielle, qui conduirait à une masse totale inadmissible, l'objection n'a plus de portée quand on utilise ces formules pour évaluer la quantité d'air que rencontre un faisceau de rayons lumineux; cette quantité d'air est alors comparable à celle que renferme une colonne verticale de section constante, et demeure limitée. Les théories de la réfraction atmosphérique, en particulier celles de Laplace et de Bessel, qui reposent sur des expressions analogues, restent donc à l'abri de ce genre de critiques. »

MÉCANIQUE. — *Nouvelle Note sur la résistance et les faibles déformations des ressorts en hélice;* par M. H. **Resal**.

« 1. *L'extrémité* A_0 *est encastrée; à l'autre extrémité* A_1, *est appliquée une force* P *parallèle à* Oz. — L'encastrement en A_0 est supposé tel qu'il rend invariables la tangente et le plan osculateur en ce point, ce qui peut être réalisé par l'emploi de trois couteaux au lieu de deux qui sont suffisants pour la flexion simple des prismes. Dans tout ce qui suit, nous prendrons $\frac{E}{\mu} = \frac{5}{2}$ ($E = 2.10^{10}$ pour l'acier et $E = 10^{10}$ pour le laiton).

» Soient θ_1, z_1 les valeurs de θ, z pour le point A_1; Γ' le plus grand effort que doit supporter le ressort, on a

$$\begin{aligned}\mathfrak{M}_u &= PR\sin(\theta - \theta_1),\\ \mathfrak{M}_v &= PR[1 - \cos(\theta - \theta_1)]\sin i,\\ \mathfrak{M}_\xi &= PR[1 - \cos(\theta - \theta_1)]\cos i,\end{aligned}$$

et

$$(14') \qquad \frac{2uP'R\sin i}{I_v} = \Gamma, \qquad \frac{2\tau P'R\cos i}{I_\xi} = \frac{4}{5}\Gamma,$$

$$\delta\frac{\rho}{\tau} = \frac{PR^2}{EI_\xi\cos i}\left[\frac{5}{2} - \frac{I_\xi}{I_v}\tang^2 i - \left(\frac{5}{2} - \frac{I_\xi}{I_v}\tang^2 i + \frac{I_\xi}{I_u\cos^2 i}\right)\cos(\theta - \theta_1)\right],$$

$$\delta z_1 = \frac{3PR^3\cos i}{2EI_\xi}\left\{\left(\frac{5}{2} - \frac{I_\xi\tang^2 i}{I_v} + \frac{I_\xi}{3I_u\cos^2 i}\right)\theta_1 - \frac{2}{3}\left[\left(\frac{5}{2} - \frac{I_\xi}{I_v}\tang^2 i\right)\left(1 - \frac{1}{2}\cos^2\theta_1\right) + \frac{I_\xi}{2I_u\cos^2 i}(1 - \cos\theta_1)\right]\sin\theta_1\right\}.$$

» Comme un ressort se compose de sept spires au minimum, on peut, sans grande erreur, négliger dans δz_1 le terme en $\sin\theta_1$. La dilatation longitudinale du ressort $\Delta = \frac{\delta z_1}{z_1} = \frac{\delta z_1}{R\tang i\theta_1}$, qui en mesure le degré d'élasticité, a alors pour expression

$$(16) \qquad \Delta = \frac{3PR^2\cos i}{EI_\xi\tang i}\left(\frac{5}{2} - \frac{I_\xi}{I_v}\tang^2 i + \frac{I_\xi}{3I_u\cos^2 i}\right).$$

» Nous allons maintenant nous occuper des deux cas pratiques :

» (*a*) *Section circulaire.* — Si c désigne le rayon de la section, on a

$$I_\xi = \frac{\pi c^4}{2} = 2I_u = 2I_v, \qquad u = v = c.$$

» Les conditions de résistance (14') deviennent

$$e^3 = \frac{8P'R\sin i}{\pi\Gamma}, \qquad e^3 = \frac{5P'R\cos i}{\pi\Gamma},$$

et comme $\tang i < \frac{5}{8}$, c'est la seconde de ces valeurs qui devra être adoptée.

» En donnant à i sa moyenne valeur 11°, on trouve

$$e^3 = 1,562\frac{P'R}{\Gamma}, \qquad \Delta = 15,074\frac{PR^2}{Ee^4}.$$

» (*b*) *Section rectangulaire.* — Soient $2b > 2c$ les côtés parallèles à

$\overline{mv}$, $\overline{mu}$, le côté $2b$ étant nécessairement inférieur au pas. On a

$$I_u = \tfrac{4}{3} b^3 c, \qquad I_v = \tfrac{4}{3} bc^3, \qquad I_\xi = I_u + I_v, \qquad u = c, \qquad r = \sqrt{b^2 + c^2},$$

$$(14'') \qquad \begin{cases} bc^2 = \dfrac{3 P' R \sin i}{2\Gamma}, \\ bc\sqrt{b^2 + c^2} = \dfrac{15 P' R \cos i}{8\Gamma}, \end{cases}$$

$$(16'') \quad \Delta = \frac{2 PR^2 \cos i}{E\, bc(b^2 + c^2) \operatorname{tang} i} \left[\frac{5}{2} - \frac{b^2 + c^2}{c^2} \operatorname{tang}^2 i + \frac{1}{3} \frac{b^2 + c^2}{b^2} (1 + \operatorname{tang}^2 i) \right].$$

» Selon que

$$\frac{b}{c} \gtreqless \sqrt{\frac{17}{12} \cot^2 i - \frac{1}{3} + \sqrt{\left(\frac{17}{12} \cot^2 i - \frac{1}{3} \right)^2 + \frac{1}{3}}},$$

la dilatation Δ sera nulle ou négative, et la pièce cessera d'être un ressort. Pour $i = 11°$, la limite supérieure de $\frac{b}{c}$ est 8,65.

» Dans l'hypothèse de $b = c$, $i = 11°$, on a

$$c^3 = 0{,}920 \frac{P' R}{\Gamma}, \qquad \Delta = 8{,}979 \frac{PR^2}{E c^4}.$$

» Supposons qu'on veuille obtenir un ressort tel qu'il résiste également à la flexion et à la torsion, c'est-à-dire tel que les équations $(14'')$ soient compatibles. En éliminant b entre ces équations, on trouve

$$c^6 \left[\left(\frac{5}{4} \cot i \right)^2 - 1 \right] = \left(\frac{3}{2} \frac{P' R \sin i}{\Gamma} \right)^2.$$

» Comme, dans le coefficient de τ^6, l'unité est négligeable devant l'autre terme, on a

$$c^3 = \frac{6}{5} \frac{P' R \sin i \operatorname{tang} i}{\Gamma},$$

par suite,

$$\frac{b}{c} = \frac{3 P' R \sin i}{2 \Gamma c^3} = \frac{5}{4} \cot i,$$

rapport dont la moyenne valeur entre $i = 10°$ et $i = 12°$ diffère peu de 6,5. En admettant cette moyenne et $i = 11°$, on trouve

$$c^3 = 0{,}4 \frac{P' R}{\Gamma}, \qquad \Delta = 0{,}129 \frac{PR^2}{E e^4}.$$

» 2. *Le ressort se raccorde en* A_1 *avec une partie courbe, peu accentuée, dont l'extrémité, qui aboutit à l'axe* Oz, *reçoit l'action d'une force* P *dirigée suivant cet axe.* — On a

$$\mathfrak{M}_u = 0, \qquad \mathfrak{M}_\nu = PR \sin i, \qquad \mathfrak{M}_\xi = PR \cos i,$$

$$\delta \frac{\rho}{\tau} = \frac{PR^2}{EI_\xi \cos i}\left(\frac{5}{2} - \frac{I_\xi}{I_\nu}\tang^2 i\right),$$

et, en négligeant $\frac{\sin\theta_1}{\theta_1}$ devant l'unité,

$$\Delta = \frac{PR^2 \cos i}{EI_\xi \tang i}\left(\frac{5}{2} - \frac{I_\xi}{I_\nu}\tang^2 i\right).$$

» 3. *En* A_1 *le ressort fait corps avec une tige, dont l'axe de figure est tangent à la section droite du cylindre, et à l'extrémité de laquelle agit normalement et dans le plan de la section une force* P. — En désignant par mR la longueur de la tige, on a

$$\mathfrak{M}_u = 0,$$

$$\mathfrak{M}_\nu = PR[m + \sin(\theta_1 - \theta)] \cos i,$$

$$\mathfrak{M}_\xi = PR[1 + m \sin(\theta_1 - \theta)] \sin i,$$

$$\delta \frac{\rho}{\tau} = -\frac{PR^2 \tang i}{EI_\xi \cos i}\left(\frac{I_\xi}{I_\nu} - \frac{5}{4}\right)\left[m \cos\left(\theta - \theta_1 + \frac{\pi}{2}\right)\right],$$

$$\delta z_1 = -\frac{PR^2}{EI_\xi}\sin i\left(\frac{I_\xi}{I_\nu} - \frac{5}{4}\right)\left[m(\theta_1 - \sin\theta_1) + \frac{1}{2}\cos^2\theta_1\right].$$

» Le ressort se raccourcit et la diminution de sa longueur est de l'ordre i par rapport à l'allongement obtenu dans chacune des deux dispositions précédentes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la statistique solaire de l'année* 1891. Note de M. Rod. Wolf.

« Des observations solaires faites à l'Observatoire fédéral de Zurich et des observations magnétiques faites à l'Observatoire de Milan, je viens de déduire pour l'année dernière, en employant la méthode établie par moi il y a un bon nombre d'années, les valeurs suivantes pour les moyennes mensuelles des nombres relatifs (r), pour les variations en déclinaison (v),

et pour les accroissements (Δr et Δv) que ces quantités ont reçus depuis les époques correspondantes de l'année 1890 :

	Zurich.		Milan.	
1891.	r.	Δr.	v.	Δv.
Janvier.........	17,1	11,0	3',71	0',69
Février.........	23,0	22,1	4,51	—0,30
Mars...........	10,0	4,7	7,85	0,36
Avril...........	19,4	17,9	10,58	1,90
Mai............	43,2	38,6	10,70	3,00
Juin...........	48,7	47,3	10,36	1,52
Juillet..........	59,1	47,7	10,98	2,41
Août...........	32,6	24,9	9,96	1,96
Septembre......	52,1	35,4	8,55	1,45
Octobre........	50,4	39,3	8,49	—0,23
Novembre......	41,0	33,8	4,73	1,63
Décembre.......	30,6	23,4	8,85	0,31
Moyenne....	35,6	28,8	7,77	1,22

» Il résulte de ce Tableau que les nombres relatifs et les variations magnétiques ont tous deux continué à augmenter, et que le parallélisme entre ces deux séries, si différentes en apparence, persiste d'une manière remarquable. On ne trouvera guère exagérée cette assertion si l'on voit, par exemple, que la formule

$$\Delta v = 0{,}045 \,.\, \Delta r,$$

que j'ai déduite autrefois pour l'Europe, donne, pour l'année dernière,

$$\Delta v = 0{,}045 \,.\, 28{,}8 = 1',30,$$

c'est-à-dire une valeur qui ne diffère que de 8 centièmes du résultat de l'observation.

» J'ajoute qu'une discussion très soigneuse des nombres relatifs et des variations des années précédentes m'a donné plusieurs résultats très intéressants ([1]), et m'autorise entre autres à fixer l'époque commune du dernier minimum à

1889,6. »

([1]) J'en publierai le détail dans un numéro de mes *Astronomische Mittheilungen*.

M. **Arloing** fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. Chauveau, d'un Volume contenant les Leçons professées par lui à Lyon, sur la tuberculose et certaines septicémies.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

La **Compagnie continentale d'exploitation des locomotives sans foyer** soumet au jugement de l'Académie divers documents propres à mettre en évidence les avantages que présente un nouveau type de *machine à foyer.*

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. **Leloutre** adresse ses remerciements à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique de Wolf, faites en* 1891 *au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux, par MM.* G. Rayet, L. Picart *et* Courty. Note de M. **G. Rayet**, présentée par M. Mouchez.

Comète périodique de Wolf.

Dates 1891.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s					
Juin 27.....	11.52. 6,8	0.41.17,29	—$\bar{1}$,666	64°52′56″,4	—0,776	1	G. Rayet
Juill. 10.....	12. 0.28,1	1.15.17,10	—$\bar{1}$,675	62.58.36,5	—0,745	2	G. Rayet
11.....	12.16.39,0	1.17.59,08	—$\bar{1}$,675	62.51. 7,9	—0,728	3	G. Rayet
12.....	12.16.12,6	1.20.39,41	—$\bar{1}$,675	62.44.25,1	—0,727	4	G. Rayet
13.....	11.50.17,6	1.23.15,16	—$\bar{1}$,673	62.39. 6,1	—0,755	5	L. Picart
Août 9.....	10.54.53,9	2.36. 4,10	—$\bar{1}$,678	61.47.35,2	—0,768	6	L. Picart
12.....	10.35.43,2	2.44. 0,16	—$\bar{1}$,672	61.59.41,7	—0,784	7	L. Picart
13.....	10.24. 7,0	2.46.36,50	—$\bar{1}$,667	62. 4.32,7	—0,794	8	L. Picart
14.....	10.59.46,7	2.49.17,79	—$\bar{1}$,677	62.10. 6,4	—0,759	9	L. Picart
Sept. 5.....	10.56.47,3	3.39.21,85	—$\bar{1}$,662	66.11.11,8	—0,746	10	G. Rayet
6.....	11.18.54,7	3.44.53,21	—$\bar{1}$,657	66.28.20,8	—0,727	11	G. Rayet
7.....	11.25.58,5	3.47. 1,36	—$\bar{1}$,653	66.45.58,3	—0,721	12	Courty
8.....	11. 4.17,4	3.49. 5,07	—$\bar{1}$,658	67. 3.21,0	—0,735	13	G. Rayet

Dates 1891.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Sept. 9.....	11.45.10,7	3.51.11,68	—1̄,638	67.22.20,7	—0,698	14	G. Rayet
10.....	11.26.11,6	3.53.12,68	—1̄,647	67.41.11,6	—0,719	15	G. Rayet
15.....	11. 5.36,0	4. 2.49,19	—1̄,648	69.23.27,9	—0,737	16	L. Picart
25.....	11.29.15,8	4.19.14,66	—1̄,613	73.24.37,5	—0,725	17	L. Picart
28.....	10. 3.31,9	4.23.20,32	—1̄,620	74.46.14,9	—0,744	18	L. Picart
30.....	10.30.21,5	4.25.53,39	—1̄,631	75.43.27,6	—0,763	19	L. Picart
Oct. 2.....	10.35.15,1	4.28.14,95	—1̄,625	76.41.40,3	—0,758	20	Courty
3.....	11.31.57,8	4.29.23,81	—1̄,582	77.12.12,5	—0,735	21	L. Picart
4.....	10.45.47,6	4.30.24,12	—1̄,616	77.41.17,0	—0,757	22	G. Rayet
5.....	11. 0. 8,0	4.31.25,18	—1̄,600	78.12. 2,6	—0,750	23	G. Rayet
13.....	10.22. 9,1	4.37.43,88	—1̄,607	82.23.36,1	—0,774	24	L. Picart
28.....	10.13.40,9	4.41.32,62	—1̄,564	90.31.36,9	—0,798	25	L. Picart
29.....	9.59.57,9	4.41.27,45	—1̄,575	91. 2.48,2	—0,800	26	Courty
30.....	9.42.39,0	4.41.19,69	—1̄,587	91.33.42,3	—0,798	27	L. Picart
31.....	9. 7.29,4	4.41. 9,23	—1̄,609	92. 3.54,7	—0,801	28	L. Picart
Nov. 1.....	9.35.37,6	4.40.54,95	—1̄,585	92.34.36,8	—0,805	29	L. Picart
2.....	9.12.51,7	4.40.41,71	—1̄,600	93. 4.47,1	—0,803	30	Courty
4.....	9.58.16,7	4.40. 6,25	—1̄,546	94. 4.56,0	—0,811	31	Courty
5.....	11. 8.50,3	4.39.43,19	—1̄,413	94.35. 8,9	—0,820	32	Courty
6.....	9.44.41,0	4.39.20,18	—1̄,555	95. 1.45,8	—0,814	33	L. Picart
7.....	10.34.19,2	4.38.55,55	—1̄,476	95.29.39,1	—0,817	34	G. Rayet
8.....	10.20.21,5	4.38.18,86	—1̄,487	95.57.37,3	—0,824	35	G. Rayet
28.....	9.31.46,6	4.26.16,21	—1̄,465	102.44.52,7	—0,858	36	L. Picart
Déc. 17.....	10. 2.21,5	4.16.19.97	—2̄,739	104.50.46,2	—0,884	37	G. Rayet
18.....	9.46.41,0	4.16. 1,48	—2̄,880	104.51.17,0	—0,884	38	L. Picart
19.....	10. 8.54,3	4.15.44,14	—2̄,400	104.51.15,9	—0.885	39	G. Rayet
20.....	10.28. 3,4	4.15.28,20	+2̄,280	104.50.45,4	—0,885	40	G. Rayet
21.....	10.11.50,6	4.15.14,55	—3̄,757	104.49.58,7	—0,886	41	G. Rayet
22.....	9.12.12,4	4.15. 2,45	—1̄,054	104.48.34,7	—0,881	42	L. Picart
25.....	9.58.32,0	4.14.34,47	+4̄,973	104.41.47,3	—0,885	43	L. Picart
27.....	11.39.42,5	4.14.24,48	+1̄,289	104.34.24,0	—0,875	44	G. Rayet

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1891,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1....	Weisse$_2$. H. O, n° 971	0.38.51,08	+0,38	64.58. 3,2	+12,08
2....	Weisse$_2$. H. I, n°s 307-308	1.17.20,41	+0,59	64.55.16,2	+ 1,01
3....	Weisse$_2$. H. I, n° 395	1.20.37,96	+0,61	63. 0.57,1	+ 0,96
4....	Weisse$_2$. H. I, n°s 478-479	1.24. 2,21	+0,62	62.51.33,4	+ 0,79
5....	D. M. + 27°, n° 244	1.27. 2,50	+0,64	62.38.18,0	+ 0,40
6....	Weisse$_2$. H. II, n° 759	2.33.48,20	+1,19	61.52.45,0	— 4,29

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
7....	Bonn + 27°, n° 447	2.45.13,25	+1,24	62. 0.18,7	— 4,53
8....	Bonn + 27°, n° 453	2.48. 6,85	+1,25	62. 7.15,8	— 4,72
9....	Bonn + 17°, n° 453	2.48. 6,85	+1,29	62. 7.15,8	— 4,87
10....	η Taureau — Connaissance des Temps	3.41. 0,22	+1,74	66.13.57,0	— 8,60
11....	Elkin — Positions des Pléiades, n° 54	3.42.28,26	+1,74	66.28.36,4	— 8,71
12....	Bonn + 23°, n° 572	3.44.47,30	+1,72	66.42.35,6	— 8,86
13....	½ (Weisse$_2$. H. III, n° 1052 — Paris 4599)	3.50.36,04	+1,76	67. 8.29,5	— 9,83
14....	Weisse$_2$. H. III, n° 1034	3.49.33,26	+1,79	67.11.17,0	— 9,13
15....	Weisse$_2$ H. III, n° 1048	3.50.27,54	+1,82	67.35,55,8	— 9,36
16....	Bonn + 20°, n° 700	4. 0.31,09	+1,90	69.12.21,4	—10,11
17....	Paris 5060	4.17. 9,76	+2,08	73.28.28,4	—11,73
18....	½ (Weisse$_2$. H. IV, n° 414 — Rumker. H. IV, n° 1200)	4.21.22,85	+2,13	74.39.19,4	—12,12
19....	½ (Weisse$_2$. H. IV, n° 418 — Armagh$_2$, n° 948)	4.22.12,58	+2,18	75.30. 5,6	—12,44
20....	½ (Weisse$_1$. H. IV, n° 463 — Armagh$_2$, n° 960)	4.24.28,81	+2,21	76.30.48,1	—12,59
21....	Weisse$_1$. H. IV, n° 669	4.33. 3,40	+2,20	77.12.39,8	—12,67
22....	½ (Weisse$_1$. H. IV, n° 642 — Paris 8719)	4.32. 3,55	+2,22	77.42.28,4	—12,88
23....	Weisse$_1$. H. IV, n° 582	4.29.29,73	+2,26	78. 7.30,0	—13,14
24....	Weisse$_1$. H. IV, n° 736	4.35.48,28	+2,40	82.23. 6,6	—14,15
25....	Bonn — 0°, n° 775	4.42.55.75	+2,65	90.25. 0,7	—15,01
26....	Weisse$_1$. H. IV, n° 901	4.43.45,98	+2,67	91. 3.35,9	—15,04
27....	½ (Weisse$_1$. H. IV, n° 888 — Paris 5506)	4.43. 6,86	+2,68	91.32.56,3	—15,07
28....	Weisse$_1$. H. IV, n° 879	4.42.52,92	+2,70	92. 3.42,6	—15,07
29....	Weisse$_1$. H. IV, n° 895	4.43.16,53	+2,72	92.49.36,3	—15,03
30....	Weisse$_1$. H. IV, n° 938	4.45. 4,61	+2,73	93. 6.53,3	—14,99
31....	Weisse$_1$. H. IV, n° 858	4.41.24,30	+2,77	93.51. 9,4	—15,00
32....	Weisse$_1$. H. IV, n° 796	4.38.26,06	+2,80	94.30.14,0	—15,06
33....	Weisse$_1$. H. IV, n° 709	4.34. 6,56	+2,82	95. 6.25,5	—15,30
34....	Schjellerup, n° 1534	4.41. 1,54	+2,82	95.26.39,3	—14,87
35....	½ (Weisse$_1$. H. IV, n° 779 — Paris 5402)	4.37. 9,35	+2,85	95.57.54,4	—14,93
36....	½ (Schjellerup, n°s 1460-61 — Paris 5249)	4.28. 1,83	+3,11	102.46,23,8	—12,35
37....	Weisse$_1$. H. IV, n° 225	4.13.14,18	+3,21	104.54.21,7	— 9,00
38....	Weisse$_1$. H. IV, n° 225	4.13.14,18	+3,22	104.54.21,7	— 8,82
39....	Weisse$_1$. H. IV, n° 225	4.13.14,18	+3,22	104.54.21,7	— 8,63
40....	Weisse$_1$. H. IV, n° 225	4.13.14,18	+3,22	104.54.21,7	— 8,45
41....	Weisse$_1$. H. IV, n° 305	4.16.40,87	+3,23	104.47.12,5	— 8,20
42....	Weisse$_1$. H. IV, n° 305	4.16.40,87	+3,23	104.47.12,5	— 8,15
43....	Weisse$_1$. H. IV, n° 296	4.16.29,79	+2,23	104.31.57,3	— 7,48
44....	Weisse$_1$. H. IV, n° 296	4.16.29,79	+3,22	102.31.57,3	— 7.15

» La comète a encore été observée en janvier 1892. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales des équations différentielles du premier ordre, possédant un nombre limité de valeurs*. Note de M. **P. Painlevé**, présentée par M. Émile Picard.

« Soit une équation du premier ordre

$$(1)\qquad y' = R[y, (x)] = \frac{A_q y^q + \ldots + A_0}{B_r y^r + \ldots + B_0},$$

où les coefficients A, B dépendent algébriquement de x. Si l'intégrale générale ne prend qu'un nombre limité n de valeurs autour des points critiques mobiles, on peut lui donner la forme

$$(2)\qquad \gamma = \frac{y^n + \alpha_{n-1} y^{n-1} + \ldots + \alpha_0}{y^{n-1} + \beta_{n-2} y^{n-2} + \ldots + \beta_0} = \frac{f[y, (x)]}{g[y, (x)]}$$

avec la condition

$$\frac{d\gamma}{dx} = M\gamma^2 + N\gamma + P,$$

les α, β, M, N, P s'exprimant rationnellement en fonction des coefficients A, B. Si on la résout par rapport à la constante C qui entre au premier degré dans γ, l'équation (2) devient

$$(3)\qquad C = \frac{F[y, (x)]}{G[y, (x)]},$$

F et G étant de degré n en y.

» Nous supposons la relation (3) *irréductible;* autrement dit, C ayant une valeur arbitraire, si x parcourt le plan des x sans tourner autour des points critiques fixes, les n valeurs de y déterminées par (3) se permutent toutes entre elles. Il n'y aura d'exception que pour des valeurs particulières de C : parmi ces valeurs, nous appellerons valeurs *remarquables* celles pour lesquelles plusieurs déterminations de y coïncident quel que soit x. Soient (pour une valeur remarquable c) α, β, ..., δ les degrés de multiplicité des λ racines distinctes : $y = a_1(x)$, $y = a_2(x)$, ..., $y = a_\lambda(x)$. Si ν désigne le plus grand des nombres q et $r + 2$, k le nombre des valeurs remarquables c_1, c_2, ..., c_k, on a

$$\nu = 2n - \sum_{i=1}^{i=k} (\alpha_i - 1) + (\beta_i - 1) + \ldots + (\delta_i - 1) = \sum_{i=1}^{i=k} \lambda_i + n(2 - k).$$

» D'autre part, $y - a_1(x)$ entre en facteur à la puissance $(\alpha - 1)$ dans le premier membre de l'équation

$$g\frac{df}{dy} - f\frac{dg}{dy} = 0.$$

» Si donc α est plus grand que 1, $a(x)$ est algébrique : pour $C = c$, $\gamma(x)$ est lui-même algébrique ainsi que toutes les fonctions $y(x)$ déterminées par (3). Il suit de là que *si l'intégrale est transcendante, il ne saurait exister plus de deux valeurs remarquables de* C.

» Quand le nombre des valeurs remarquables est moindre que 2, n est inférieur à ν. S'il en existe deux, on a $\nu = \lambda_1 + \lambda_2$; d'où la possibilité d'écrire l'intégrale ainsi :

$$(4) \qquad C = a(x)[y - a_1(x)]^{i_1}[y - a_2(x)]^{i_2} \ldots [y - a_\nu(x)]^{i_\nu};$$

les i sont des entiers (positifs ou négatifs) premiers entre eux. Si n dépasse $2\nu - 1$, la forme (4) est *unique*, et les fonctions $a_j(x)$, ainsi que les nombres i, sont déterminées *algébriquement* ; $a(x)$ dépend d'une quadrature.

» Nous arrivons ainsi à ce théorème : *On peut toujours reconnaître si l'intégrale d'une équation* (1) *est une fonction* transcendante *qui ne prend qu'un nombre fini* (*non donné*) *de valeurs autour des points critiques mobiles et l'équation se ramène alors algébriquement à une équation de Riccati.* Il y a toutefois un cas exceptionnel où l'on détermine y en fonction algébrique de $\gamma(x)$, γ satisfaisant à une équation

$$\frac{d\gamma}{dx} = \gamma N(x),$$

sans qu'on sache distinguer si γ est une fonction transcendante ou algébrique de x. Mais l'équation (1) se trouve alors intégrée par une quadrature.

» Le théorème précédent subsiste (sans cas exceptionnel) *si les coefficients de* (1) *sont des fonctions transcendantes de* x, *qui s'expriment algébriquement à l'aide d'une même fonction* $u(x)$. Il convient pourtant de mettre à part les équations où $u(x)$ et sa dérivée satisfont à une relation algébrique : ces équations se ramènent immédiatement à avoir leurs coefficients algébriques.

» La recherche des intégrales algébriques est plus compliquée. Quand on sait que le nombre K des valeurs remarquables est moindre que 3, les

résultats précédents s'appliquent. D'une manière générale, il faut considérer les branches d'intégrales *isolées* qui passent par les points x_0, y_0, *nœuds ou cols* de l'équation (1). Ces branches se divisent en groupes auxquels correspondent des systèmes S d'entiers $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_l$, premiers entre eux.

» Parmi ces systèmes, considérons seulement les systèmes Σ où tous les λ ne sont pas égaux à 1, et soit σ leur nombre. Le nombre K est au plus égal à $\sigma + 2$. On forme, de plus, avec les entiers λ un nombre fini de combinaisons qui déterminent les rapports des exposants $\alpha, \beta, \ldots, \delta$ relatifs à chaque valeur remarquable c. Enfin, si $F - cG$ est une puissance exacte j de $H[y, (x)]$, une branche remarquable passant par un nœud appartient à la courbe $H = 0$, et à cette branche correspond un entier $\mu (\mu > 1)$ qui divise j. Les entiers λ et μ se calculent, sur l'équation différentielle, par des opérations linéaires. *De là résulte le moyen de trouver une limite supérieure de* n : 1° *quand il n'existe pas de systèmes* Σ ; 2° *quand les entiers* μ *et tous les entiers* λ *des systèmes* Σ *sont plus grands que* 2 ; 3° *quand les mêmes* λ *sont plus grands que* 5 ; etc.

» Il convient de compléter la méthode par l'adjonction des égalités relatives à la classe, au genre, à l'intersection des intégrales, égalités que j'ai introduites antérieurement (voir les *Comptes rendus,* mai 1890). Mais si étendus que soient les cas où n se trouve ainsi limité, la solution n'est pourtant pas générale. Les cas où l'intégrale est algébrique, de genre plus grand que zéro, et admet plus de deux valeurs remarquables échappent *nécessairement* à la méthode.

» Les résultats obtenus plus haut s'étendent à *une équation quelconque algébrique en* y', y *et* x. *On peut toujours reconnaître si l'intégrale d'une telle équation est une fonction transcendante qui ne prend qu'un nombre fini de valeurs autour des points critiques mobiles ou bien on intègre l'équation par une quadrature.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème arithmétique de M.* Poincaré. Extrait d'une Lettre de M. **Victor Stanievitch** à M. Hermite.

« A la première page des *Comptes rendus* de la séance du 14 décembre 1891, se trouve une Note de M. Poincaré sur la distribution des nombres premiers de la forme $4n + 1$.

» Permettez-moi de vous communiquer une démonstration bien simple des résultats de M. Poincaré et de résultats analogues, qui concernent la distribution des nombres premiers de la forme $4n+3$ et plus généralement de la forme $kn+l$, k étant premier avec l.

» Je prends pour point de départ les valeurs approximatives de certaines sommes, qu'on trouve dans le Mémoire de M. Mertens : *Ein Beitrag zur analytischen Zahlentheorie*, inséré dans le tome 78 du *Journal de Crelle*, en 1874.

» La formule (21) de ce Mémoire donne la relation

$$\sum_{3}^{x} \frac{1}{p} = \frac{1}{2}\log\log x + \theta A, \tag{1}$$

où la somme s'étend à tous les nombres premiers de la forme $4n+1$ inférieurs à x, A est une constante déterminée et la valeur de θ est comprise entre -1 et $+1$.

» Afin de pouvoir tirer parti de la formule (1), il faut avoir une relation entre la somme (1) et le nombre des nombres premiers de la forme $4n+1$ inférieurs à x, que je désignerai par $P(x)$. Cette relation est donnée par la formule

$$\int_{3}^{x} P(x)\frac{dx}{x^2} = \sum_{3}^{x}\frac{1}{p} - \frac{P(x)}{x}, \tag{2}$$

qui est un cas particulier d'une formule générale, que je me permettrai de démontrer en quelques mots.

» Étant donnée une suite (p) de nombres croissants

$$p_1,\quad p_2,\quad p_3,\quad \ldots,\quad p_n,\quad \ldots, \tag{p}$$

et $F(x)$ désignant le nombre des nombres de la suite (p) inférieurs à x, on a la relation

$$-\int_{p_1}^{x} F(x)f'(x)\,dx = \sum_{p_1}^{x} f(p) - F(x)f(x), \tag{3}$$

où $f(x)$ est une fonction continue quelconque et la somme s'étend à tous les nombres de la suite (p) inférieurs à x.

» En effet, supposons x contenu entre les limites p_n et p_{n+1}, et parta-

geons l'intégrale en plusieurs autres comme il suit

$$-\int_{p_1}^{x} F(x)\,df(x) = -\int_{p_1}^{p_2} F(x)\,df(x) - \int_{p_2}^{p_3} F(x)\,df(x) - \ldots$$
$$- \int_{p_{n-1}}^{p_n} F(x)\,df(x) - \int_{p_n}^{x} F(x)\,df(x)$$
$$= -f(p_2) + f(p_1) - 2f(p_3) + 2f(p_2) - \ldots$$
$$- (n-1)f(p_{n-1}) + (n-1)f(p_n) - nf(x) + nf(p_n)$$
$$= \sum_{p_1}^{x} f(p) - F(x)f(x).$$

» Il est clair que cette relation subsiste lorsque x atteint l'une des valeurs comprises dans la suite (p).

» La formule (3) donne une équation différentielle; en l'intégrant, on trouve la relation suivante dont j'aurai besoin

$$(4) \qquad F(x) = \frac{\sum_{p_1}^{x} f(p)}{f(x)} + \int_{p_1}^{x} \sum_{p_1}^{x} f(p)\,\frac{f'(x)}{f^2(x)}\,dx.$$

» Remarquant que $\frac{P(x)}{x}$ est plus petit que 1, les deux formules (1) et (2) donnent la relation

$$\int_{3}^{x} \left[P(x) - \frac{ax}{2\log x}\right]\frac{dx}{x^2} = \frac{1-a}{2}\log\log x + \theta_1 A_1.$$

» Partageons l'intégrale en deux autres, l'une prise entre les limites de 3 à x_0 et l'autre de x_0 à x; la première intégrale étant indépendante de x, on aura

$$(5) \qquad \int_{x_0}^{x} \left[P(x) - \frac{ax}{2\log x}\right]\frac{dx}{x^2} = \frac{1-a}{2}\log\log x + \varepsilon C,$$

où x_0 est un nombre quelconque plus petit que x, C est une constante déterminée pour chaque valeur de x_0 et la valeur de ε est comprise entre -1 et $+1$.

» Cette relation montre que, quelle que soit la valeur de x, on pourra toujours attribuer à x une valeur assez grande pour que l'intégrale (5) soit positive, si $a < 1$ et négative, si $a > 1$.

» Le second théorème de M. Poincaré est ainsi démontré; quant au pre-

mier, il est une conséquence immédiate du second et des formules (3) et (4), si l'on y fait $F(x) = P(x)$ et $f(x) = \log x$.

Le Mémoire mentionné plus haut de M. Mertens contient la formule plus générale

$$\sum_{2}^{x} \frac{1}{p} = \frac{\log \log x}{\varphi(k)} + \theta A,$$

où la somme s'étend à tous les nombres premiers de la forme $kn + l$ inférieurs à x et $\varphi(k)$ désigne le nombre des nombres premiers avec k et plus petits que k. Par des considérations tout à fait semblables aux précédentes, cette dernière relation conduit aux théorèmes suivants :

» *Le nombre des nombres premiers de la forme* $kn + l$ *inférieurs à* x *est une infinité de fois plus petit que* $\frac{ax}{\varphi(k)\log x}$, *si* $a > 1$, *et une infinité de fois plus grand que* $\frac{ax}{\varphi(k)\log x}$, *si* $a < 1$.

» *La somme des logarithmes des nombres premiers de la forme* $kn + l$ *inférieurs à* x *est une infinité de fois plus petite que* $\frac{ax}{\varphi(k)}$, *si* $a > 1$ *et une infinité de fois plus grande que* $\frac{ax}{\varphi(k)}$, *si* $a < 1$.

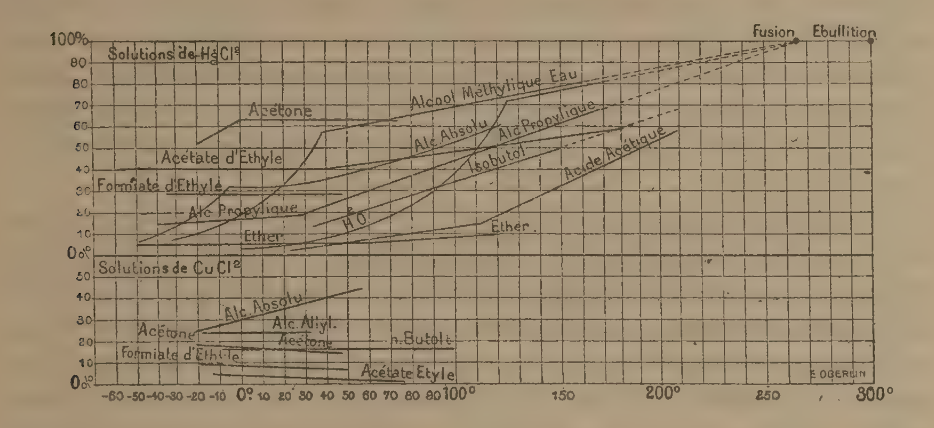
» J'ajouterai encore, qu'au moyen des formules qu'on trouve dans le Mémoire de Dirichlet sur la progression arithmétique, la méthode, employée par M. Tchebycheff dans sa *Théorie des congruences* à l'étude de la fonction qui exprime le nombre des nombres premiers inférieurs à une limite donnée, peut être étendue aux nombres premiers de la forme $kn + l$. On arrive dans ce cas à des résultats tout à fait analogues aux résultats de M. Tchebycheff. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les composés organiques comme dissolvants des sels.* Note de M. A. **Etard**, présentée par M. Henri Moissan.

« I. Si les lignes de solubilité des sels dans l'eau commencent à être assez bien connues, il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit des autres dissolvants. Dans quelques cas peu nombreux, on a mesuré un point de solubilité saline dans l'alcool ou l'éther, en vue d'applications médicales ; mais la marche générale du phénomène en fonction de la température reste encore inconnue pour les divers milieux liquides.

» L'eau, en raison de ses propriétés physiques et chimiques tout à fait spéciales, est un dissolvant exceptionnel. On ne peut le comparer à aucun autre, car il se combine en diverses proportions à la plupart des sels, tout en jouant le rôle de dissolvant. Cette double action rend très incertaines les conclusions qu'on essaye de tirer des expériences.

» Les liquides organiques forment rarement des combinaisons avec les sels, et c'est sans doute pour cette raison qu'il est si difficile de trouver parmi ces derniers des corps solubles à la fois dans plusieurs milieux. Les bichlorures anhydres de mercure et de cuivre ont cependant permis de faire les mesures qui se trouvent graphiquement résumées dans le Tableau ci-dessous :



» II. *Solutions de bichlorure de mercure*. — L'eau dissout le sublimé corrosif entre 0° et 120° selon une courbe. A partir de cette température, et jusqu'à 150°, les points se trouvent en ligne droite. Malheureusement les expériences ne peuvent être poussées bien loin, car au delà de 150° la dissociation du sel est si manifeste qu'il se forme du chlore libre au sein de la liqueur. En outre, les solutions qui, jusqu'à 120° environ, déposent par refroidissement les aiguilles bien connues de $HgCl^2$ anhydre, laissent voir à des températures plus hautes, des paillettes blanches nacrées rappelant par leur forme l'iodure mercurique.

» L'alcool méthylique absolu est, parmi les composés organiques, un des plus voisins de l'eau. C'est de l'eau dont un hydrogène a été remplacé par un radical carburé aussi limité que possible CH^3. Aussi le bichlorure de mercure se dissout dans ce liquide comme dans l'eau, à cela près que la

courbe correspondante est bien moins étendue (elle va de $-35°$ à $+38°$); la droite, par contre, s'établit entre 38° et 130°.

» L'alcool éthylique absolu présente une perturbation double entre $-50°$ et $+60°$ environ. A partir de là on a une droite.

» Dans les liquides organiques, comme dans l'eau, le bichlorure se dépose en paillettes à chaud, puis il réagit bientôt comme chlorurant.

» Pour les deux premiers termes de la série des alcools, CH^3-OH, C^2H^5-OH, l'influence de la fonction OH représentant l'eau conserve encore aux lignes de solubilité la courbure observée avec ce liquide. Pour les alcools suivants, l'importance croissante que prennent les groupes C^3H^7, C^4H^9, C^5H^{11}, dans la molécule, se manifeste par une simplification des tracés; toute courbure disparaît. Avec les alcools propylique, butylique, isobutylique et amylique, on a des droites. Il en est de même pour quelques autres corps organiques tels que l'éther, l'acétone, l'acide acétique glacial et les éthers acétique et formique. Ce choix de liquides permet de comparer l'influence de l'homologie et de l'isomérie aussi bien que celle des fonctions chimiques.

» III. *Solutions de chlorure de cuivre.* — Le chlorure de cuivre brun anhydre a été dissous dans les liquides suivants : alcools éthylique, propylique, isopropylique, allylique, butylique normal; acétone, eau, éthers acétique et formique. Dans tous les cas on observe des droites dont quelques-unes *décroissent* à mesure que la température s'élève. Dans bien des cas le chlorure cuprique brun peut donner des solutions brunes ou vertes. Ainsi avec l'alcool méthylique à froid, il se fait une liqueur brune; celle-ci, chauffée à 30°, donne naissance à un précipité cristallisé vert $CuCl^2, 2CH^4O$ soluble désormais en vert. Ces réactions, comparables à celles des hydrates, mais plus simples, permettront de mieux étudier le mécanisme de la solubilité.

» IV. Dans une Communication précédente j'ai signalé l'existence de droites de *solubilité constante* (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 854). Avec les liquides autres que l'eau, ce phénomène paraît se produire fréquemment. Voici, à titre d'exemple, la solubilité du sublimé dans l'acétate d'éthyle :

$-50°$.	$-20°$.	$-14°$.	$-6°$.	0°.	$+7°$.	$+19°$.	$+35°$.
39,5	40,3	39,8	40,0	39,7	39,9	40,2	40,1

Moyenne : 39,9.

» Si la solution avait la formule moléculaire $2HgCl^2, 9C^4H^8O^2$, on devrait trouver 40,6 pour 100 $HgCl^2$.

» Dans certaines solutions constantes de cuivre, on relève encore les rapports :

	Exige.	Solubilité.
$CuCl^2, 7CH^3OH$	37,4	37,5
$CuCl^2, 5CH^3-CH^2-CH^2OH$	30,8	30,7
$CuCl^2, 8CH^2=CH-CH^2OH$	22,4	22,8

Il convient enfin de remarquer qu'avec les liquides organiques comme avec l'eau, on peut observer des droites de solubilité limite dirigées vers le point de fusion. D'après deux groupes d'expériences relatives à l'acide acétique et à l'isobutol, la continuité de la ligne de solubilité et du point d'ébullition de $HgCl^2$ paraît également certaine. Ce fait, dont je compte poursuivre la démonstration, établirait pour les sels un lien direct entre l'état gazeux et l'état dissous. »

CHIMIE. — *Action de l'oxyde de carbone sur le fer et le manganèse.* Note de M. GUNTZ.

« L'action de l'oxyde de carbone sur les oxydes de fer a été très étudiée, à cause de l'importance de cette réaction en métallurgie.

» Slammer observa, le premier, qu'en faisant passer, à une température inférieure à celle du ramollissement du verre, de l'oxyde de carbone sur de l'oxyde de fer, on obtient, à côté du fer réduit, une quantité considérable d'un charbon volumineux.

» M. Schützenberger a reconnu depuis que, contrairement à l'opinion de Gruner, on peut produire, par le fer pur, la décomposition de l'oxyde de carbone exempt d'acide carbonique : comme, dans cette action, il se forme toujours de l'acide carbonique, il admit que l'affinité du fer pour le carbone détermine la décomposition de CO en $C + CO^2$ suivant la formule

$$2CO = C + CO^2.$$

» Dans des expériences que je poursuis sur l'activité chimique considérable des métaux provenant de la distillation de leurs amalgames dans le vide et à basse température (250°-280°), j'ai été amené à faire passer de l'oxyde de carbone sur du fer ainsi préparé. On constate que, vers le rouge sombre, le fer semble absorber de l'oxyde de carbone, en même temps qu'il noircit par un dépôt de charbon ; il se dégage aussi de l'acide carbonique, mais en faible quantité.

» J'ai répété ensuite la même expérience en employant, à la place du fer, un métal de la même famille, le manganèse, dont les affinités chimiques sont plus énergiques. Du manganèse pur, préparé par distillation dans le vide de l'amalgame préparé par électrolyse du chlorure de manganèse, fut chauffé vers 400° dans un tube de verre dans un courant d'oxyde de carbone pur. On constate que, à un moment déterminé, le manganèse rougit en un point; on cesse alors de chauffer et on augmente la vitesse du courant de CO; le manganèse brûle dans le courant gazeux et la chaleur dégagée suffit pour porter le métal au rouge blanc; en même temps, l'oxyde de carbone est absorbé totalement, si rapide que soit le courant gazeux; il se produit même, tellement l'absorption de CO est rapide et complète, un vide partiel dans l'appareil.

» Cette absorption de CO sans dégagement gazeux peut s'expliquer de deux manières : il y a combinaison pure et simple du manganèse avec l'oxyde de carbone, pour former un manganèse carbonyle, ou bien il y a décomposition de ce gaz suivant la formule $Mn + CO = MnO + C$. Cette dernière réaction est la seule possible dans ces circonstances, vu le dégagement considérable de chaleur qui se produit dans cette réaction. En effet, on a

$$Mn + CO = MnO \text{ précipité} + C \text{ amorphe} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +34,5$$

» On peut prouver la formation de MnO et du carbone, de la manière suivante; on prend le produit noir ainsi obtenu et on le traite par un acide étendu, acide sulfurique ou chlorhydrique : il se dissout du protoxyde de manganèse et il reste du carbone très divisé, combustible sans résidu lorsqu'on le chauffe sur la lame de platine. En même temps que MnO se dissout, il se dégage un peu d'hydrogène provenant du manganèse non attaqué. L'hydrogène a toujours une odeur caractéristique assez agréable, due probablement à des carbures d'hydrogène provenant de l'action de l'acide sur le carbure de manganèse formé en petite quantité.

» Cette action du manganèse sur l'oxyde de carbone nous permet de donner la théorie de ce qui se passe avec le fer; il y a, au contact du fer divisé, décomposition de l'oxyde de carbone

$$Fe + CO = FeO + C.$$

» L'oxyde de carbone en excès réagit partiellement sur FeO formé, pour donner CO^2, et c'est ce qui explique la présence constante de CO^2 dans le

gaz et celle de FeO dans le fer métallique, ainsi que les causes de l'erreur de la théorie de Gruner.

» Si la réaction est simple et complète avec le manganèse, cela tient à ce que, comme l'a montré M. Moissan, le protoxyde de manganèse est irréductible par CO à toutes les températures, ce qui n'a pas lieu pour l'oxyde de fer, et que, de plus, le manganèse brûle avec la même facilité dans CO^2 que dans CO, en donnant également, dans ce cas, MnO + C,

$$2\,Mn + CO^2 = 2\,MnO + C,$$

comme je l'ai vérifié.

» Il est à remarquer qu'à très haute température les protoxydes de manganèse et de fer, chauffés avec du charbon, donnent le métal et de l'oxyde de carbone, c'est-à-dire la réaction inverse de celle qui se passe vers 500°.

» Cette réaction, à cause de cela, doit avoir une grande influence dans la métallurgie du fer; elle explique pourquoi, dans une certaine zone du haut fourneau, le fer spongieux, rencontrant de l'oxyde de carbone, s'oxyde en donnant du carbone et du protoxyde de fer; que, dans une autre zone, cet oxyde de fer est réduit par l'oxyde de carbone pour donner du fer et de l'acide carbonique, et que, finalement, en passant dans les zones chaudes du haut fourneau, le fer, au contact de carbone très divisé, se carbure avec facilité [1]. »

CHIMIE. — *De l'action du carbone sur le sulfate de sodium, en présence de la silice.* Note de M. Scheurer-Kestner.

« On admet, généralement, que les réactions qui s'opèrent entre les sulfates alcalins, le charbon et la silice, dans la fabrication du verre ou des silicates solubles, sont représentées par l'équation

$$2\,RSO^4 + C = 2\,SO^2 + CO^2 + 2\,RO.$$

La proportion du charbon réducteur a une grande importance. Si elle est insuffisante, le verre est incomplet et renferme du sulfate alcalin ; si elle

(1) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy.

est trop considérable, le verre est sulfureux. Sa dissolution, dans le cas du silicate de sodium, noircit les sels de plomb. Mais il est un fait qui a, depuis longtemps, attiré mon attention : c'est que la quantité de charbon nécessaire dépasse considérablement celle qui répond à l'équation ci-dessus. Celle-ci exige, pour 100 parties de sulfate de sodium, par exemple, 4,22 de carbone, tandis qu'on peut en élever la proportion au triple, sans formation de sulfure de sodium, et qu'il faut en employer plus du double pour arriver à décomposer complètement le sulfate de sodium. J'ai donc étudié cette réaction, en analysant les gaz qui se produisent dans son cours.

» A cet effet, je me suis servi d'un creuset en terre de Hesse, muni d'un couvercle ou bouchon en terre réfractaire, lequel était rendu adhérent au creuset, et étanche, au moyen de ficelles en amiante; le tout était recouvert d'une couche épaisse d'un mélange composé d'amiante en poudre, de terre de pipe et de silicate de soude pâteux; au centre du couvercle, était l'ouverture destinée à donner passage aux gaz et munie d'un tuyau abducteur en fer; ce tuyau était mastiqué au couvercle réfractaire par le même procédé. Les mélanges soumis à l'action de la chaleur renfermaient 50^{gr} de sulfate de sodium. A la fin de l'opération, on trouvait, au fond du creuset, le silicate fondu.

» De nombreuses expériences, faites dans ces conditions, m'ont démontré que le soufre du sulfate de sodium se dégage, intégralement, à l'état de soufre en vapeur, mélangé à beaucoup d'acide carbonique et à une moindre quantité d'oxyde de carbone.

» Trois séries d'entre elles ont été faites, la première, avec la quantité de carbone répondant à la formule généralement admise et, par conséquent, au dégagement du soufre à l'état d'acide sulfureux; la seconde, avec la quantité de carbone reconnue nécessaire pour obtenir la décomposition complète du sulfate de sodium; et la troisième, avec une quantité de carbone plus grande. Voici les proportions employées

	I.	II.	III.
Sulfate de sodium	50^{gr}	50^{gr}	50^{gr}
Charbon de bois calciné	4,5	6	8
Sable quartzeux	50	50	50

» Dans les trois cas, dès que la température a atteint le degré voulu pour que les réactions se produisent, on voit s'échapper du tube d'épaisses fumées blanches, inodores, ou n'ayant du moins que l'odeur hépatique du soufre vaporisé, et qui se condensent en masses jaunes, élastiques, contre les parois froides. La composition de ces gaz varie, d'une manière sensible, avec les différentes proportions de charbon; la quantité d'oxyde de carbone augmente avec celle du charbon et diminue avec elle, pour s'arrêter alors à un point fixe; mais les réactions principales restent les mêmes.

» Les gaz recueillis ont eu la composition suivante :

	I.	II.	III.
Acide carbonique	85,5	79,1	73,0
Oxyde de carbone	14,5	20,9	27,0
	100,0	100,0	100,0

» L'oxyde de carbone, resté comme résidu, brûle avec sa flamme caractéristique, sans odeur d'acide sulfureux, preuve de l'absence d'oxysulfure de carbone; du reste, la température élevée à laquelle on opère n'en permettrait pas la conservation s'il s'en formait.

» Dans les expériences I (4,5 de charbon), une partie seulement du sulfate de sodium a été décomposée, mais tout le soufre de cette partie s'est dégagé à l'état de vapeur; dans les deux autres (6 et 8 de charbon), tout le soufre du sulfate de sodium est parti en vapeur et le silicate obtenu était exempt de sulfate.

» On voit que, même en présence d'un grand excès de substance oxydante (sulfate), la proportion d'oxyde de carbone reste importante et forme le sixième, en volume, de la totalité des gaz produits; il est donc probable que cet oxyde de carbone provient d'une décomposition donnant lieu à de l'acide sulfureux, qui est décomposé lui-même par le carbone, à haute température. M. Berthelot, qui a étudié cette dernière réaction en 1883, a reconnu que, par la réaction de l'acide sulfureux sur le charbon, il se forme de l'oxysulfure de carbone que la chaleur transforme en oxyde de carbone.

» On peut donc envisager comme suit les réactions qui se produisent dans la préparation d'un silicate.

» La silice décompose partiellement le sulfate de sodium; de l'acide sulfurique anhydre est mis en liberté, mais il est immédiatement détruit et transformé en acide sulfureux et oxygène. Le carbone, en réagissant sur ces premiers produits de la décomposition, forme avec eux un mélange composé de soufre, d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. Toutes ces phases de la réaction reposent sur des faits déjà connus. On avait conclu, de la présence de l'acide sulfureux dans les produits gazeux des verreries, que ce corps était un des produits immédiats de la décomposition du sulfate de sodium; mais il n'est que le produit final, provenant du contact du soufre en vapeur avec les gaz de la combustion, c'est-à-dire avec une atmosphère oxydante. En partant de ces données, la formation du silicate de sodium se traduit ainsi :

$$3SO^4Na^2 + 6SiO^2 + 5C = 3S + 4CO^2 + CO + 3(Na^2O.2SiO^2),$$

équation qui exige 14,8 de carbone pour 100 de sulfate de sodium, et

fournit un gaz renfermant 25 pour 100 d'oxyde de carbone; mais ce n'est qu'une formule approchée.

» La présence du sulfure de sodium, dans le silicate ou le verre préparés avec une trop grande quantité de carbone, est due probablement à une réaction secondaire; en introduisant dans le mélange une plus grande quantité de charbon en poudre, le contact entre le sulfate et la silice est moins immédiat; les phénomènes de réduction s'accélèrent et il se forme, par parties, des traces de sulfure de sodium qui résiste à l'action de la silice, car la quantité de sulfure formé n'est pas en rapport exact avec l'excès de carhone; elle augmente dans des proportions beaucoup plus faibles. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un azoture de lithium*. Note de M. L. **Ouvrard**, présentée par M. Troost.

« M. Maquenne vient de publier une Note [1] relative à l'action de l'azote sur les métaux alcalino-terreux; ayant eu moi-même l'occasion d'étudier il y a quelque temps l'action de l'azote sur le lithium, j'indiquerai ici rapidement les résultats que j'ai obtenus et que je ne comptais publier que lorsque mon travail serait terminé [2].

» Le lithium choisi sur lequel j'ai opéré avait la composition moyenne suivante :

Lithium	81,71
Azote	4,46
Silice et impuretés	10,26
Oxygène (par diff.)	3,77
	100,00

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 25.

(2) La maison Billault avait constaté qu'une partie du lithium préparé à l'occasion de l'Exposition de 1889 s'était rapidement altéré, en donnant un produit qui dégageait de l'ammoniaque par sa dissolution dans l'eau; on devait penser qu'il s'était formé un azoture ou un composé analogue.

Ce lithium avait été obtenu par électrolyse du chlorure sans addition de chlorhydrate d'ammoniaque, ce qui écartait l'hypothèse de l'action d'une atmosphère ammoniacale sur le lithium fondu, circonstance dans laquelle on savait déjà qu'il se formait un azoture.

J'ai alors cherché à étudier l'action directe de l'azote sur le lithium métallique; mais, n'ayant pas encore réussi à isoler de produit cristallisé bien défini, j'avais négligé de publier ces résultats.

» Je l'ai chauffé dans un courant d'azote, après l'avoir placé dans une nacelle en fer, qui seule peut contenir le métal fondu sans subir d'altération. Le lithium a été porté lentement à des températures croissantes; l'augmentation de poids est très faible jusqu'au rouge sombre; à cette température, on voit le métal devenir incandescent, tout en augmentant de volume, pendant que l'azote est absorbé; si l'on continue à faire passer le courant d'azote, on trouve, après refroidissement complet, une masse spongieuse, noire, qui mise en contact avec l'eau dégage fort peu d'hydrogène, mais donne lieu à une formation abondante d'ammoniaque; elle dégage également du gaz ammoniac quand on la chauffe dans l'hydrogène.

» J'ai constaté une augmentation de poids de 50,28 et 51,54 pour 100; tandis que la formation du composé $AzLi^3$ exigerait une augmentation de poids de 52,40 pour 100, étant donnée la quantité de lithium métallique qui existe dans le produit sur lequel j'ai opéré, et qui est de 78,60 pour 100, l'oxygène gardant 3,11 pour 100 du métal.

» L'analyse du produit obtenu a donné les résultats suivants :

Lithium total..................	54,18
Azote..........................	35,86
Silice.........................	6,84
Oxygène (par diff.)............	3,12
	100,00

» D'où l'on déduit : lithium combiné à l'oxygène 2,73, à l'azote 51,45.

» Pour analyser ce composé, on l'a dissous dans l'eau, en faisant passer les gaz qui se dégageaient, et qui étaient formés surtout d'hydrogène entraînant un peu d'ammoniaque, dans une solution étendue d'acide chlorhydrique titré; puis la solution alcaline, saturée par l'acide chlorhydrique et évaporée à sec au bain-marie, a abandonné la silice, le charbon et autres impuretés; dans la liqueur claire, on a dosé l'ammoniaque à l'état de chloroplatinate, en tenant compte de la portion qui avait été entraînée par l'hydrogène.

» Ensuite, la lithine a été dosée à l'état de sulfate après s'être débarrassé du platine par calcination et filtration.

» La différence entre le poids total des éléments trouvés et le poids employé étant attribuée à l'oxygène, on en déduit par le calcul le poids de lithium combiné à cet oxygène.

» Le rapport, entre les poids de l'azote et du lithium non combiné à l'oxygène, est sensiblement 2 à 3, qu'exigerait l'azoture $AzLi^3$. Il est donc probable que, dans les conditions de l'expérience, c'est cet azoture qui tend à se former.

» Je reviendrai prochainement sur ces résultats, pour les compléter. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du perchlorure de phosphore sur l'oxalate d'éthyle.* Note de M. **Ad. Fauconnier**, présentée par M. Armand Gautier.

« L'action du perchlorure de phosphore sur l'oxalate d'éthyle donne, d'après M. von Richter ([1]), le chlorure d'éthyloxalyle $COCl-CO^2C^2H^5$. M. Anschütz ([2]) a montré que ce produit prend naissance par la décomposition pyrogénée du dichloroglycolate d'éthyle $CCl^2.OC^2H^5-COOC^2H^5$, formé dans une première phase de la réaction. Aucun de ces auteurs ne donne d'ailleurs de détails sur le mode opératoire.

» En faisant varier les conditions expérimentales de cette réaction, j'ai été amené à la préparation du *chlorure d'oxalyle* COCl–COCl, encore inconnu.

» Pour obtenir ce composé, on chauffe un mélange de deux molécules de perchlorure et de une molécule d'oxalate d'éthyle, au bain d'huile, dans un ballon surmonté d'une petite colonne Le Bel-Henninger, à trois boules, de façon à empêcher un entraînement du perchlorure par les produits de la réaction. Lorsque le bain atteint la température de 125°, une réaction assez vive commence, accompagnée d'un dégagement abondant de chlorure d'éthyle et d'un peu d'acide chlorhydrique; on élève progressivement la température jusqu'à 150° à 155°, et l'on voit passer un liquide incolore, constitué par un mélange de chlorure d'éthyle, de chlorure d'oxalyle et d'oxychlorure de phosphore :

$$CO.OC^2H^5-CO.OC^2H^5+2PCl^5=2C^2H^5Cl+2POCl^3+COCl-COCl.$$

» On n'a plus qu'à soumettre ce produit à de nombreuses distillations fractionnées, pour isoler, au voisinage de 70°, le chlorure d'oxalyle, non à l'état de pureté, mais toujours mélangé avec une certaine quantité d'oxychlorure de phosphore dont je n'ai pu, jusqu'à présent, le priver entièrement.

» Ce chlorure est un liquide incolore, mobile, fumant fortement à l'air. Son odeur, beaucoup plus irritante que celle des chlorures de phosphore, rappelle d'une manière frappante celle du chlorure de carbonyle et provoque la toux.

» Le chlorure d'oxalyle se décompose au contact de l'eau, aussi violemment que le perchlorure de phosphore, en donnant de l'acide oxalique. Il

([1]) *D. Chem. G.*, t. X, p. 2228.
([2]) *Ibid.*, t. XIX, p. 2159.

réagit sur les alcools anhydres d'une façon extrêmement énergique : avec l'alcool méthylique, il fournit immédiatement, à froid, et avec dégagement de chaleur et d'acide chlorhydrique, de l'oxalate de méthyle, facile à caractériser par sa forme cristalline et par son point de fusion.

» J'ai cherché sans succès à préparer le chlorure d'oxalyle par l'action de l'oxychlorure de phosphore sur l'oxalate de sodium : ces deux composés réagissent très vivement l'un sur l'autre vers 45°, en donnant uniquement des produits gazeux.

» Je me propose d'étudier plus complètement le chlorure d'oxalyle et ses dérivés [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la valeur des deux fonctions du glycol.* Note de M. de Forcrand.

« L'étude thermique des alcools monoatomiques primaires montre que la réaction

alcool solide + Na solide = H gaz + alcoolate solide

dégage une quantité de chaleur constante, très voisine de $+32^{Cal}$. On retrouve le même nombre dans les deux réactions

H^2O^2 sol. + Na sol. = H gaz + $NaHO^2$ sol.......... +31,87
$C^4H^3NaO^6$ sol. + Na sol. = H gaz + $C^4H^2Na^2O^6$ sol.. +31,99

» On peut donc prendre $+32^{Cal}$ pour mesure de la valeur de la fonction alcool primaire à l'état solide.

» Au contraire, le glycol donne successivement les deux réactions

$C^4H^6O^4$ liq. + Na sol. = H gaz + $C^4H^5NaO^4$ sol..... +39,00
$C^4H^5NaO^4$ sol. + Na sol. = H gaz + $C^4H^4Na^2O^4$ sol... +27,67

» Il est vrai que le premier de ces nombres, rapporté au glycol *solide*, serait plus faible. La différence peut être évaluée au maximum en adoptant, ainsi que je l'ai fait, pour la chaleur de fusion du glycol, $-3^{Cal},9$, comme pour la glycérine ; on a alors $+35^{Cal},10$ au lieu de $+39^{Cal},00$. L'évaluation serait sans doute plus exacte en prenant la moyenne entre $-3^{Cal},9$ (glycérine) et $-1^{Cal},43$ (eau), soit $-2^{Cal},66$, ce qui donne $+36^{Cal},34$, au lieu de $+39^{Cal},00$. Ce nombre $+36^{Cal},34$ diffère peu de $+35^{Cal},10$, et

(1) Laboratoire de M. A. Gautier.

les raisonnements qui suivent sont les mêmes, que l'on parte de l'un ou de l'autre.

» Le glycol fournit donc : pour la première fonction $+ 36^{Cal},34 > 32^{Cal}$, et pour la seconde $+ 27^{Cal},67 < 32^{Cal}$, à partir du glycol solide.

» Il est probable cependant qu'il n'y a là qu'une apparence, et que les deux fonctions ont réellement la même valeur $+ 32^{Cal}$.

» Considérons, en effet, la réaction

$$\begin{matrix} C^2H^4O^2 \\ C^2H^4O^2 \end{matrix} \text{liq.} + \text{Na sol.} = \text{H gaz} + \begin{pmatrix} C^2H^4O^2 \\ C^2H^3NaO^2 \end{pmatrix} \text{sol} \ldots\ldots\ldots + 42^{Cal},03$$

dans laquelle interviennent *deux* molécules d'alcool méthylique liquide pour un seul équivalent du sodium. Il se produit, non pas $C^2H^3NaO^2$, mais une combinaison méthylique de ce corps. La chaleur totale dégagée correspond à la somme des deux effets :

$$+ 33^{Cal},19 + 8^{Cal},84\ (^1) = + 42^{Cal},03.$$

» Si maintenant un second équivalent de sodium entre en réaction

$$\begin{pmatrix} C^2H^4O^2 \\ C^2H^3NaO^2 \end{pmatrix} \text{sol.} + \text{Na sol.} = \text{H gaz} + \begin{matrix} C^2H^3NaO^2 \\ C^2H^3NaO^2 \end{matrix} \text{sol} \ldots\ldots\ldots\ 24^{Cal},35$$

il faut d'abord détruire la combinaison d'addition pour que la substitution devienne possible dans la seconde molécule ; on obtient ainsi

$$- 8^{Cal},84 + 33^{Cal},19 = + 24^{Cal},35.$$

» Néanmoins, les deux molécules initiales sont identiques et chacune, prise isolément, dégagerait $+ 33^{Cal},19$ (environ $+ 32^{Cal}$ à l'état solide).

» Pour expliquer les phénomènes anormaux présentés par le glycol,

$$\begin{matrix} C^2H^3O^2 \\ | \\ C^2H^3O^2 \end{matrix} \text{sol.} + \text{Na sol.} = \text{H gaz} + \begin{pmatrix} C^2H^3O^2 \\ | \\ C^2H^2NaO^2 \end{pmatrix} \text{sol} \ldots\ldots\ldots\ldots + 36^{Cal},34$$

$$\begin{pmatrix} C^2H^3O^2 \\ | \\ C^2H^2NaO^2 \end{pmatrix} \text{sol.} + \text{Na sol.} = \text{H gaz} + \begin{matrix} C^2H^2NaO^2 \\ | \\ C^2H^2NaO^2 \end{matrix} \text{sol} \ldots\ldots\ldots + 27^{Cal},67$$

il suffit de supposer que, de la même manière, la seconde fonction alcool du glycol s'est combinée avec la première lorsque celle-ci a subi la substitution métallique. Cette combinaison d'addition intra-moléculaire a

---

(1) Chaleur de combinaison du $C^2H^3NaO^2$ sol. et $C^2H^4O^2$ liq.

dégagé $+ 36^{Cal},34 - 32^{Cal},00 = + 4^{Cal},34$ environ, pour tous les corps solides. Puis pour la seconde réaction, il a fallu restituer d'abord au glycol monosodé cette quantité de chaleur $+ 4^{Cal},34$ afin de rendre libre la seconde fonction. On a ainsi : $- 4^{Cal},34 + 32^{Cal},00 = + 27^{Cal},66$.

» Dans les deux cas, c'est donc la moyenne des deux nombres mesurés successivement qu'il faut prendre pour la valeur réelle de chaque fonction, soit : $\frac{+42,03+24,35}{2} = + 33^{Cal},19$ pour $C^2H^4O^2$ *liquide* et $\frac{+36,34+27,67}{2} = + 32^{Cal},00$ pour $C^4H^6O^4$ *solide*. On trouvera de même : $\frac{+39,00+27,67}{2} = + 33^{Cal},33$ pour $C^4H^6O^4$ *liquide*.

» La substitution du sodium à l'hydrogène dégage donc la même quantité de chaleur que l'alcool soit diatomique ou monoatomique.

» L'hypothèse d'un alcoolate alcoolique $\left(\begin{matrix} C^2H^3O^2 \\ | \\ C^2H^2NaO^2 \end{matrix}\right)$ n'a rien de contraire aux analogies. L'existence de ces composés d'addition est même la règle dans la famille des alcoolates sodiques, qui *tous* se combinent avec une ou plusieurs molécules de l'alcool qui a servi à les former et souvent d'un autre alcool. Ces composés sont cristallisés et leur chaleur de formation, qui varie de $+ 2^{Cal}$ à $+ 9^{Cal}$ pour une molécule d'alcool liquide fixée, joue un rôle important dans le mécanisme des réactions où ces corps peuvent prendre naissance et se détruire. Cette propriété si générale autorise à penser que les demi-molécules du glycol se comportent comme les molécules entières des alcools monoatomiques ([1]). Nous pouvons même évaluer à $+ 4^{Cal},34$ l'énergie de cette combinaison intra-moléculaire, dans le cas particulier du glycol pris à l'état solide ($+ 5^{Cal},67$ pour l'état liquide).

» L'hypothèse proposée explique très simplement comment les deux fonctions alcool du glycol, qui sont certainement identiques, ont en apparence des valeurs très différentes lorsqu'on les mesure directement et successivement. Elle se résume dans cette formule nouvelle du glycol monosodé $\left(\begin{matrix} C^2H^3O^2 \\ | \\ C^2H^2NaO^2 \end{matrix}\right)$, analogue à celle du méthylate méthylique $\left(\begin{matrix} C^2H^4O^2 \\ C^2H^3NaO^2 \end{matrix}\right)$.

([1]) La seule différence est que, dans le glycol, les deux demi-molécules sont liées déjà par leur carbone (ainsi qu'on l'admet généralement); mais cette liaison des carbones est sans doute indépendante du phénomène qui nous occupe.

» La loi de la constance de la valeur de la fonction alcool primaire, rapportée à l'état solide, s'étend donc au glycol. Et, s'il en est ainsi, elle doit s'appliquer de la même manière aux alcools tri, tétra, hexa-atomiques, et acquerra par là le caractère d'une loi tout à fait générale. Mais ici des complications nouvelles proviennent de la coexistence de fonctions secondaires; on peut cependant en faire la part, comme je l'établirai prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère du camphre.* Note de M. **Ph. Barbier** [1], présentée par M. Friedel.

« Le nouvel isomère du camphre, dont l'étude fait l'objet de cette Note, existe tout formé dans l'essence de menthe pouliot (*Mentha pulegium*, Labiées). Pour rappeler son origine, je lui donnerai le nom de *puléone*.

» **1.** La préparation de ce corps ne présente aucune difficulté; il suffit, en effet, de soumettre l'essence pure du commerce à une série de distillations fractionnées; on isole ainsi une partie volatile entre 215° et 225°, qui forme les trois quarts environ de la masse totale de l'huile essentielle.

» Cette fraction, soumise à une nouvelle rectification, fournit un liquide bouillant entre 222° et 223°, dont la composition correspond à la formule $C^{10}H^{16}O$:

	Pour 100.	Pour 100.
Expérience	C = 79,04	H = 10,7
Théorie	C = 79,1	H = 10,5

» La puléone est un liquide incolore, assez mobile, doué d'une forte odeur de menthe, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, et bouillant à 222°-223°.

» Les densités à 0° et à 23° sont respectivement

$$D_0 = 0,9482, \qquad D_{23} = 0,9293.$$

» Elle est dextrogyre, et son pouvoir rotatoire, pour la raie D, est $[\alpha]_D = +25°,15'$.

» Les indices de réfraction, pris par rapport à deux raies de l'étain, sont :

$$n_r = 1,4833, \qquad \lambda_r = 645,$$
$$n_b = 1,4997, \qquad \lambda_b = 452,6,$$

à la température de 14°,9.

---

(1) Laboratoire de Chimie générale, Faculté des Sciences de Lyon.

» 2. De même que le camphre, la puléone possède le groupe CO caractéristique des cétones; elle se combine, en effet, avec l'hydroxylamine et donne la puléonoxime, $C^{10}H^{16} = AzOH$:

	Pour 100.	Pour 100.
Expérience	$C = 72,5$	$H = 10,3$
Théorie	$C = 72,7$	$H = 9,99$

» C'est une huile colorée très odorante non distillable sans décomposition à la pression ordinaire, et passant, dans le vide, aux environs de 170°, sous une pression de 48^{mm}.

» La puléonoxime se dissout à une douce chaleur dans l'acide sulfurique étendu, et la dissolution limpide, portée à l'ébullition, se trouble tout à coup, en mettant en liberté une huile très altérable, qui est l'anhydride de l'oxime, $C^{10}H^{15}Az$.

» 3. Par oxydation, au moyen du mélange chromique, la puléone fournit un acide cristallisé en fines aiguilles soyeuses très solubles dans l'éther, l'alcool et l'eau.

» Cet acide répond à la formule $C^7H^{12}O^4$:

	Pour 100.	Pour 100.
Expérience	$C = 52,3$	$H = 7,6$
Théorie	$C = 52,5$	$H = 7,5$

» Le sel d'argent donne Ag pour 100 = 56,9; la formule $C^7H^{10}Ag^2O^4$ exige 57,7.

» Après purification, cet acide présente les propriétés, et notamment le point de fusion 89°-91°, de l'acide propylsuccinique, obtenu par Waltz [1] au moyen de l'acide propyléthényltricarbonique.

» On rencontre, en outre, dans les produits d'oxydation, l'acide acétique et l'acide carbonique.

» 4. Le brome attaque énergiquement la puléone avec dégagement d'acide bromhydrique; il ne se forme pas de produits d'addition, même lorsqu'on opère en modérant la réaction par l'emploi d'un dissolvant et d'un mélange réfrigérant.

» 5. Avec le perchlorure de phosphore, il y a formation d'un dérivé chloré liquide $C^{10}H^{15}Cl$ et production d'acide chlorhydrique. Le corps $C^{10}H^{15}Cl$, maintenu à l'ébullition pendant longtemps, perd HCl et donne un liquide qui, rectifié sur le sodium, bout entre 177°-179°. C'est un cymène $C^{10}H^{14}$ qui paraît identique à celui que donne le camphre dans les mêmes conditions.

» Des faits qui précèdent, on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° La puléone renferme le groupe fonctionnel des cétones.

» 2° Elle ne renferme pas de liaisons éthyléniques, puisqu'elle ne donne pas de composés d'addition.

» Ce caractère de composé relativement saturé que présente la puléone, ainsi que la facilité avec laquelle elle se transforme en cymène, indi-

---

(1) Waltz, *Liebig's Annalen*, t. CCXIV, p. 59.

quent une constitution cyclique analogue à celle que l'on attribue au camphre.

» 3° La formation de l'acide propylsuccinique démontre dans cette substance l'existence du groupement atomique :

CH^2-CH^2-CH^3
|
CH
CH^2 C
C

» L'ensemble de toutes ces conditions est assez bien représenté par la formule

CH^2-CH^2-CH^3
|
CH
CH^2 CH
CH CO
CH-CH^3

» Je dois ajouter, en terminant, que l'essence de menthe pouliot avait déjà été examinée par Kane ([1]), qui en a retiré un corps bouillant à 182°-183°, auquel il donne la formule $C^{10}H^{16}O$. La différence des points d'ébullition de la puléone et du corps découvert par le chimiste anglais établit nettement l'isomérie des deux substances.

» Je poursuis l'étude des dérivés de ce nouveau camphre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la fixation de l'iode par l'amidon.* Note de M. E. **Rouvier**.

« Malgré les nombreuses recherches dont l'iodure d'amidon a été l'objet, la fixation de l'iode par l'amidon présente encore bien des points à éclaircir. J'ai fait, à ce sujet, quelques expériences dont je vais donner les résultats.

([1]) Kane, *Philosophical Magazine*, année 1838, t. XIII, p. 442.

» Je prépare une eau amidonnée, parfaitement limpide, par un procédé qu'il serait trop long d'exposer ici. A un volume déterminé de cette eau amidonnée, j'ajoute 40^{cc} d'une solution saturée à froid de chlorhydrate d'ammoniaque, destinée à précipiter l'iodure d'amidon, et un volume connu d'une solution d'iode contenant par centimètre cube 0^{gr},0001. J'agite, je jette sur un filtre, et je recherche si le liquide filtré contient soit de l'amidon, au moyen d'une dissolution d'iode; soit de l'iode, au moyen de l'eau amidonnée.

» Je détermine, en premier lieu, la quantité minima d'iode pour laquelle le liquide filtré ne contient plus d'amidon. Si alors on augmente peu à peu la quantité d'iode ajoutée, ce corps n'apparaît pas immédiatement dans le liquide filtré; il ne s'y manifeste que pour une addition d'iode beaucoup plus considérable que celle pour laquelle le liquide filtré n'avait plus contenu d'amidon. Pour simplifier le langage, j'appelle *limite inférieure* la quantité d'iode qui correspond à la disparition de l'amidon dans le liquide filtré, et *limite supérieure* celle qui correspond à l'apparition de l'iode dans ce liquide.

» J'ai ainsi trouvé que, pour une même eau amidonnée, la limite inférieure est toujours proportionnelle à la quantité d'eau amidonnée employée. Quant à la limite supérieure, son rapport à la quantité d'eau amidonnée employée décroît d'abord lorsque celle-ci augmente. Mais il arrive un moment à partir duquel ce rapport devient sensiblement constant, c'est-à-dire que la limite supérieure devient, elle aussi, proportionnelle à la quantité d'eau amidonnée employée.

» Il me paraît résulter de ces expériences qu'il se forme, en présence d'un excès d'amidon, un composé différent de celui qui se forme en présence d'un excès d'iode, composé qui, à ma connaissance du moins, n'a pas encore été mentionné. Je me propose actuellement de déterminer sa composition centésimale.

» J'ai constaté, en outre, que dans certaines conditions, dont j'ai commencé l'étude, les limites dépendent de la quantité de chlorhydrate ajoutée. Si l'on augmente progressivement la quantité de chlorhydrate, les limites vont d'abord en croissant, mais il arrive un moment à partir duquel elles ne varient plus. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Le pouvoir rotatoire des soies de diverses origines.* Note de M. **Léo Vignon.**

« J'ai montré dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, 7 décembre 1891) que les éléments principaux de la soie du *Bombyx Mori* (race du Var), examinés dans certains dissolvants, exercent une action considérable sur la lumière polarisée.

» On pouvait se demander si cette propriété était commune aux soies de diverses origines, et tenter de déterminer dans chaque cas son expression numérique. Le laboratoire d'études de la soie fondé par la Chambre de Commerce de Lyon a mis à ma disposition les matériaux nécessaires pour entreprendre cette étude : j'en transcris ici les résultats.

» Voici d'abord la nomenclature des échantillons de soie examinés :

» 1° *Bombyx Mori,* race du Var, éducation Meyzieu, 1889, soie jaune, grès 23 pour 100.

» 2° *Bombyx Mori,* Chine, grège Tsatlé, soie blanche, grès 24,6 pour 100.

» 3° *Bombyx Mori,* Japon, grappes, soie grise, grès 20,2 pour 100.

» 4° *Bombyx Yamma-Maï,* Japon, ver sauvage du chêne, soie verte, grès 18 pour 100.

» 5° *Bombyx Mori,* Chine, Ching-Pi-tsan, polyvoltin, sixième récolte, soie blanche.

» 6° *Bombyx Mori,* Tonkin, Nam-Dinh, soie jaune, grès 29,9 pour 100.

» 7° *Bombyx Mori,* Madagascar, polyvoltin, soie grise, grès 23 pour 100.

» 8° *Bombyx Mori,* Bagdad, grège, soie blanche, grès 24,5 pour 100.

» La méthode employée pour l'examen optique est celle qui a été décrite à propos de mes premières déterminations : une seule modification a été faite pour la fibroïne du *Yamma-Maï.*

» Cette fibroïne, en effet, n'est pas soluble dans l'acide chlorhydrique à 22°, mais elle se dissout à la température ordinaire, au bout de cinq heures, dans l'acide sulfurique à 66°. La liqueur obtenue est trop colorée pour être examinée, mais en l'additionnant de deux parties de glace, et d'une partie d'acide chlorhydrique à 22°, on obtient une solution se prêtant bien aux observations.

» Les observations ont été faites à la température de 15°. Les déviations ont été mesurées, au moyen de l'appareil Laurent, dans des tubes de $0^m,2$, garnis intérieurement de verre, en employant comme source de lumière un double brûleur à gaz et portant dans la flamme des fragments de chlorure de sodium fondu.

» Le Tableau suivant résume les résultats obtenus (c, poids en grammes de substance active contenue dans 100^{cc} de solution).

Nature de la substance.	Dissolvant.	Valeurs de c.	Valeurs de $[\alpha]_j$.	
Bombyx Mori, Var, grès........	Soude 3 pour 100 NaOH	2,20	$-38°,20$	Grès.
» Chine, grès......	»	2,80	$-33,90$	
» Japon, grès......	»	1,17	$-31,30$	
Bombyx Yamma-Maï, grès	»	2,18	$-15,10$	
Bombyx Mori, Tonkin, grès.....	»	1,65	$-43,60$	
» Madagascar, grès.	»	1,32	$-9,00$	
» Bagdad, grès.....	»	1,42	$-35,90$	

Nature de la substance.	Dissolvant.	Valeurs de c.	Valeurs de $[\alpha]_j$.	
Bombyx Mori, Var, fibroïne....	Acide chlorhydrique 11° B.	3,96	— 39°,96	Fibroïne.
» Chine, fibroïne...	»	4,00	— 39,50	
» Japon, fibroïne...	»	4,00	— 41,40	
Bombyx Yamma-Maï, fibroïne..	1. Acide sulfurique 66° B. 2. Aq. 1. Acide chlorhydrique 22° B.	1,00	— 50,00	
Bombyx Mori, Var, fibroïne.....		1,00	— 50,00	
» Chine, polyvoltin, sixième récolte, fibroïne.......	Acide chlorhydrique 11° B.	4,35	— 48,20	
Bombyx Mori, Tonkin, fibroïne.	»	4,00	— 43,30	
» Madagascar, polyvoltin, fibraïne...............	»	3,95	— 39,40	
Bombyx Mori, Bagdad, fibroïne.	»	3,99	— 44,20	

» *En résumé*, les pouvoirs rotatoires moléculaires mesurés sont tous de même signe. Ils sont compris entre — 30° et — 45° pour les grès du *Bombyx Mori* annuel, quel que soit son pays d'éducation. L'examen du grès du *Bombyx Mori* polyvoltin de Madagascar et du grès du *Yamma-Maï* (— 9°, — 15°,1) conduisent à des chiffres plus faibles.

» Pour les fibroïnes, les pouvoirs rotatoires sont compris entre — 39°,5 et — 48°,2 pour le même dissolvant. La fibraïne provenant du *Bombyx Mori* de Chine, polyvoltin, sixième récolte, a le pouvoir rotatoire le plus considérable (— 48°,2), tandis que la fibroïne *Yamma-Maï* donne dans l'acide sulfurique les mêmes résultats que le *Bombyx Mori* du Var. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Action de l'acide borique sur la germination.* Note de **J. Morel**, présentée par M. Friedel.

« D'après une expérience de Peligot sur un plan de haricot (*Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 686) l'acide borique employé à l'arrosage en solution très étendue ferait rapidement périr les végétaux.

» J'ai examiné l'action de l'acide borique sur le phénomène de la germination des haricots et des grains de blé, en mettant les graines en contact plus ou moins prolongé avec des solutions plus ou moins concentrées de cet acide.

» Dans un premier essai, j'ai laissé des haricots tremper pendant six heures dans des solutions d'acide borique, contenant respectivement 1, 2, 5 et 10 millièmes d'acide borique. Les graines ont été ensuite mises à germer, à douce température, dans du sable humide. Dans les essais à 1 et à 2 millièmes d'acide, l'embryon s'est développé à peu

près normalement; la radicule est sortie vers le troisième jour, de même que dans des graines témoins. Dans l'essai à 5 millièmes, il y a eu un retard de 2 à 3 jours pour la sortie; l'essai à 10 millièmes n'avait encore rien donné le sixième jour; l'évolution de l'embryon était restée stationnaire.

» Les graines de ces divers essais ont été alors semées et abandonnées à elles-mêmes. L'essai à 1 millième d'acide a montré ses cotylédons dès le troisième jour; l'essai à 2 millièmes, le cinquième jour; dans l'essai à 5 millièmes, ils n'ont paru que vers le huitième jour, et plus tard encore dans l'essai à 10 millièmes. On constate, trente-six jours après la plantation, que l'essai à 1 millième a donné des plantes vertes et vigoureuses qui ne diffèrent en rien des plantes normales témoins développées dans le même temps; dans l'essai à 2 millièmes, on a des plantes un peu moins vigoureuses et moins feuillées que dans l'essai précédent; les feuilles sont restées quelque temps jaunâtres, puis ont verdi peu à peu; l'essai à 5 millièmes a donné des plantes assez chétives, à feuilles petites et jaunâtres : un accident a empêché de suivre leur évolution complète; l'essai à 10 millièmes n'a donné que des plantes très faibles et étiolées, dont l'évolution a été très lente et peu régulière : les feuilles séminales ont persisté longtemps avec une teinte jaune; les feuilles normales sont restées très petites et peu nombreuses, et après deux mois leur végétation est encore misérable malgré une réelle amélioration. Dans ce dernier cas, une partie seulement des graines ont pu donner des plantes vivantes; les autres ont péri.

» On a fait une nouvelle série d'essais, en faisant tremper les haricots pendant trois heures, deux heures et une heure dans une solution d'acide borique à 10 millièmes Après trois jours de séjour dans le sable humide à douce température, les embryons des graines à une heure de trempe semblent seuls se montrer au dehors, les autres paraissent stationaires. Mises en terre, les graines de ces divers essais ne développent leurs feuilles séminales qu'avec une excessive lenteur. Après un mois, dans les essais à une heure et à deux heures de trempe, on a quelques plantes chétives, à feuilles petites et jaunâtres; l'essai à trois heures de trempe montre de rares plantes, encore plus misérables, sortant à peine de terre. Quinze jours plus tard, les plantes provenant des graines à une heure de trempe végétaient avec une certaine vigueur, mais leurs feuilles restaient jaunâtres et plus petites que les feuilles normales.

» Dans ces deux séries d'essais, les haricots, avant d'être soumis à l'action de la solution borique, avaient été préalablement immergés six heures dans l'eau ordinaire pour les rendre plus facilement perméables.

» Dans un troisième essai, on a mis immédiatement en terre des haricots qui étaient restés une heure, une demi-heure et un quart d'heure au contact d'une solution d'acide borique à 10 millièmes, mais sans avoir subi l'immersion préalable.

» Les graines, à un quart d'heure et à une demi-heure de trempe, ont développé leurs feuilles séminales du quatrième au sixième jour; les graines, à une heure de trempe, ne les ont développées qu'avec deux ou trois jours de retard. Un mois après la mise en terre, le premier essai avait donné des plantes à végétation apparemment normale; celles du deuxième essai n'en différaient que par la teinte des feuilles, qui étaient d'un vert un peu plus clair; le troisième essai avait gardé les feuilles un peu jaunâtres et un

peu plus petites. Après quarante ou quarante-cinq jours de germination, il n'y avait presque plus de différence entre les plantes provenant de ces divers essais.

» Des essais faits comme ci-dessus, avec une solution de borax à 10 millièmes, correspondant à 3,6 millièmes d'acide borique, ont donné, avec les haricots, des résultats tout à fait comparables à ceux obtenus avec la solution d'acide borique à 10 millièmes; les plantes qui n'ont pas péri ont peut-être été un peu plus vertes et un peu plus vigoureuses, et se sont rapprochées davantage d'une évolution normale.

» Les essais précédents, poursuivis avec des grains de blé, ont donné des résultats analogues à ceux qui ont été constatés avec les haricots; la végétation, après mise en terre, a peut-être repris un peu plus vigoureusement et plus rapidement, c'est-à-dire que les grains de blé paraissent avoir mieux résisté que les haricots à l'action antigerminative de l'acide borique et du borax.

» En résumé, on peut conclure de ces expériences que l'acide borique en solution, mis en contact avec les graines des végétaux, ralentit et même empêche complètement les phénomènes de la germination, si le contact est suffisamment prolongé ou la solution assez concentrée. Cette action perturbatrice s'affaiblit et même disparaît en même temps que la durée du contact et la teneur de la solution. Enfin cette action n'est pas absolument identique avec les diverses graines végétales et peut varier avec celles-ci.

» L'action du borax est tout à fait comparable à celle de l'acide borique dans les mêmes conditions, ce qui semble indiquer que la soude agit ici dans le même sens que l'acide borique.

» On peut dès maintenant prévoir, et je poursuis dans cet ordre d'idées un certain nombre d'expériences, que l'acide borique agira fortement sur les champignons inférieurs et les organismes voisins, dont le développement sera probablement complètement arrêté par des solutions même très étendues.

» Si ces prévisions se réalisent, l'acide borique pourra prendre place à côté du sulfate de cuivre pour combattre le *mildew* de la vigne et le *charbon* du blé, peut-être aussi l'*anthracnose*, l'*oïdium* et d'autres maladies cryptogamiques qui infestent les végétaux utiles. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Contribution à l'embryogénie des Chalcidiens.* Note de M. L.-F. **Henneguy**, présentée par M. Ranvier.

« Les rares observations faites sur le développement des Hyménoptères entomophages ont montré que l'embryogénie des espèces jusqu'ici

étudiées est caractérisée par l'absence de vitellus nutritif dans l'œuf, par l'existence d'une enveloppe embryonnaire unique, différente de l'amnios des autres Insectes, et par la constitution de la larve. Ayant eu l'occasion de rencontrer dans des larves de *Stratiomys strigosa* plusieurs phases du développement d'un Chalcidien parasite, déjà connu de Swammerdam, le *Smicra clasipes*, je crois utile, malgré les nombreuses lacunes que présente mon étude, de signaler les faits que j'ai observés.

» Dans une larve de Stratiome attaquée par le *Smicra*, on trouve environ une cinquantaine d'œufs à différents degrés de développement. Les plus jeunes que j'aie examinés mesuraient 150^{μ} de long sur 50^{μ} de large. Ces œufs ont la forme d'un ovoïde allongé, terminé à chacune de ses extrémités par un appendice en doigt de gant. Le chorion de l'œuf est très mince et entièrement homogène; sa face interne est tapissée par une membrane cellulaire, formée d'une seule couche de petites cellules aplaties. En dedans de cette membrane, un espace clair, rempli de liquide, entoure une masse cellulaire, allongée, pleine, résultant de la segmentation totale du vitellus de formation. La membrane cellulaire résulte probablement d'une différenciation très précoce de la périphérie du vitellus segmenté et constitue une membrane embryonnaire comparable à celle des Scorpions et des *Polyxenus*.

» L'œuf, par suite du progrès du développement, augmente de volume; son chorion se distend : les appendices en doigt de gant disparaissent à peu près complètement et ne sont plus représentés que par deux petits points à peine visibles. La membrane embryonnaire s'accroît en même temps en surface, mais sans multiplication de ses cellules. Celles-ci s'élargissent en s'aplatissant de plus en plus, atteignent de très grandes dimensions et possèdent chacune un noyau volumineux.

» Pendant l'accroissement de l'œuf, la masse cellulaire centrale se creuse d'une cavité et se différencie par délamination en deux couches, l'une ectodermique, l'autre endodermique. Le système nerveux se forme sur la face ventrale par deux épaississements ectodermiques, situés de chaque côté de la ligne médiane. En même temps apparaissent, entre les deux premiers feuillets du blastoderme, des éléments mésodermiques dont je n'ai pu reconnaître l'origine. Les segments du corps deviennent visibles; la partie céphalique est un peu plus volumineuse que le reste du corps et présente un petit mamelon antérieur sur lequel se montreront plus tard les pièces buccales.

» L'œuf mesure alors environ 600^{μ} de long sur 420^{μ} de large; il est de-

venu à peu près deux cents fois plus volumineux qu'il n'était primitivement. La membrane embryonnaire, séparée du chorion et de l'embryon par une couche épaisse de liquide albumineux, est encore intacte, alors que la petite larve vermiforme et dépourvue de toute espèce d'appendices, sauf de pièces buccales rudimentaires, est déjà bien constituée et commence à présenter des mouvements. A ce moment, les grandes cellules aplaties de la membrane embryonnaire se dissocient, deviennent libres, et prennent une forme globuleuse; elles subissent une dégénérescence graisseuse et flottent librement, isolées ou par petits groupes, dans le liquide qui entoure l'embryon.

» Lorsque la larve de *Smicra* éclot, elle présente à peu près la même constitution que celle de l'*Encyrtus fuscicollis* décrite récemment par Buguion [1]; elle en diffère cependant par son système nerveux, qui est formé par une double chaîne dans laquelle les ganglions sont nettement distincts, et qui est en rapport avec des cérébroïdes bien développés. Elle se termine à sa partie postérieure par une extrémité acuminée, en avant de laquelle s'ouvre l'anus. L'intestin postérieur, très court, ne paraît pas être en communication avec l'intestin moyen rempli d'un liquide jaunâtre, sans traces d'éléments figurés.

» Un grand nombre d'embryons de *Smicra* meurent avant d'arriver au terme de leur développement et subissent une dégénérescence graisseuse dans l'intérieur de l'œuf; les œufs sont, en outre, souvent attaqués par le mycelium d'un champignon que perfore le chorion et se développe dans le liquide albumineux La présence de ce champignon ne paraît pas nuire à la larve de Stratiome dont les tissus restent parfaitement sains. Je n'ai jamais trouvé plus de deux ou trois larves de *Smicra* bien développées dans une même larve de Stratiome.

» Les stades que j'ai observés jusqu'ici me permettent d'établir les faits suivants :

» Chez le *Smicra* la segmentation de l'œuf est totale; une membrane embryonnaire unique apparaît de bonne heure, avant la formation de l'embryon, par un processus très différent de celui qui donne naissance à l'amnios des autres Insectes. L'œuf subit un accroissement de volume considérable pendant son développement, grâce à l'élasticité remarquable de son chorion. La membrane embryonnaire suit l'accroissement de l'embryon; des cellules atteignent de grandes dimensions et ne se multiplient

---

(1) *Recueil zoologique suisse*, t. V; 1890.

pas. Lorsque l'embryon est bien constitué, les cellules de la membrane embryonnaire se dissocient et entrent en dégénérescence graisseuse. L'œuf emprunte par endosmose au sang de l'hôte les matériaux nutritifs nécessaires à son développement. Longtemps encore après son éclosion la larve ne paraît se nourrir qu'aux dépens du sang de son hôte ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques Coccidies nouvelles, parasites des Poissons.* Note de M. P. Thélohan ([2]), présentée par M. Ranvier.

« J'ai déjà signalé ([3]) l'existence de deux espèces du genre *Coccidium*, dont le développement s'accomplit tout entier dans les tissus de l'hôte, et chez lesquelles, en rapport avec ce mode d'évolution, on constate une minceur extrême de la membrane du kyste. J'ai depuis observé des faits semblables chez d'autres espèces du même genre, également parasites chez des Poissons, et qui m'ont permis de constater quelques particularités intéressantes.

» J'ai rencontré l'une de ces espèces dans le foie du *Caranx trachurus* (Concarneau, Saint-Valery en Caux). A l'état de maturité que j'ai seul pu observer, elle se présente sous forme d'un kyste régulièrement sphérique mesurant environ 25^{μ} de diamètre, à parois très minces et renfermant quatre spores sans trace de masse résiduelle.

» Ces spores, dans le kyste, sont disposées très régulièrement, de manière à figurer une croix, et deux par deux, de telle sorte que les deux spores répondant au même diamètre du kyste sont placées au même niveau, et au-dessus ou au-dessous des deux autres. Je propose, pour ce parasite, le nom de *Coccidium cruciatum*, rappelant cette disposition qui est constante et très caractéristique.

» Les spores, vues en coupe optique, présentent un contour elliptique ou ovalaire. Elles mesurent, en moyenne, 7^{μ} à 9^{μ} de long sur 6^{μ} de large. Leur enveloppe est épaisse et remarquable par sa constitution : elle est, en effet, formée de deux valves accolées, ce que l'on n'a encore observé chez aucune Coccidie. Tout autour de la spore, suivant son grand axe, on

---

([1]) Travail du laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

([2]) Travail du laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

([3]) Thélohan, *Sur deux Coccidies nouvelles, parasites de l'Épinoche et de la Sardine* (*Comptes rendus*, 15 juin 1890). — *Annales de Micrographie;* 1890.

constate l'existence d'une sorte de petit bourrelet qui marque la ligne de suture des valves.

» A l'état frais, le contenu ne laisse apercevoir que de gros globules réfringents; ces globules, qui représentent un noyau de reliquat, disparaissent en majeure partie par l'action des réactifs, et l'on peut alors distinguer les corps falciformes. Sur des préparations non colorées ou à coloration non élective, on croit souvent en observer quatre : cela tient à ce que ces éléments, beaucoup plus longs que la spore, sont recourbés dans son intérieur, et que de plus il se produit, au niveau du bourrelet de la coque, un phénomène de réfraction qui donne la sensation d'une solution de continuité dans leur longueur. En réalité, il n'en existe que deux, et, en étudiant des préparations convenablement fixées et colorées, on arrive à les distinguer entièrement, ainsi que le noyau de chacun d'eux.

» J'ai rencontré le *C. cruciatum* tantôt disséminé dans le tissu du foie, tantôt logé dans de petites masses brunâtres, presque toujours situées dans le voisinage de vaisseaux importants et présentant une enveloppe conjonctive qui est une dépendance de la tunique adventice de ces derniers.

» Dans le foie de la Sardine, j'ai observé une autre Coccidie très voisine de la précédente. Elle n'en diffère que par les dimensions peut-être un peu moins considérables de son kyste et parce que les spores sont toujours disposées sans ordre dans celui-ci. Les spores d'ailleurs présentent une structure et une taille identiques à celles du *C. cruciatum*.

» Je m'abstiens, pour le moment, de donner un nom à ce parasite, mes observations ne me permettant pas de décider avec assez de certitude s'il doit être distingué spécifiquement du parasite du *Caranx*, ou si ces deux organismes doivent être réunis sous la même dénomination.

» Enfin, j'ai rencontré chez la Tanche, dans le foie, la rate et le rein, un *Coccidium* de très petite taille, pour lequel je propose le nom de *C. minutum*. J'ai pu étudier les diverses phases de son développement et, en particulier, j'ai retrouvé ici la division karyokinétique du noyau que j'avais déjà signalée dans le *C. gasterostei*. Le kyste ne dépasse pas 10 à 12 μ de diamètre. Les spores, au nombre de quatre, sont fusiformes et renferment chacune deux sporozoïtes nucléés.

» En terminant cette Note, je désire appeler l'attention sur de petits corps très singuliers que j'ai rencontrés depuis longtemps dans les tissus de divers Poissons. Leur forme est ordinairement ovoïde, quelquefois un peu irrégulière; ils présentent une membrane d'enveloppe épaisse, à

double contour très net. A l'une des extrémités, on observe un noyau; le reste de la cavité est rempli par de petits bâtonnets très minces qui semblent converger vers un point situé le plus souvent à l'opposite du noyau. Ils ne sont jamais intra-cellulaires. Leurs dimensions ne sont pas les mêmes chez les différents Poissons.

» Ils m'ont présenté 6 à 9μ de long sur 4 à 6 de large dans l'épithélium intestinal de la Perche, 10 à 12μ sur 5 à 8 dans l'épithélium du rein de l'Épinoche, 15μ sur 10 à 12 dans le tissu conjonctif de l'ovaire du Vairon, 12 à 15μ sur 6 à 9 dans l'épithélium des branchies de la Tanche. J'en ai aussi trouvé dans l'Ablette, la Carpe, etc.

» M. le Dr Laguesse, au cours de ses belles recherches sur l'histologie des Poissons, a eu l'occasion d'observer ces mêmes corps, particulièrement chez les Crénilabres.

» Je ne puis malheureusement que signaler l'existence de ces singulières productions. Leur nature parasitaire me semble à peu près hors de doute; mais elles présentent des caractères si particuliers, que je n'ai pu leur découvrir d'affinités avec aucune forme de parasite connue. »

PHYSIOLOGIE. — *Inhibition du hoquet, par une pression sur le nerf phrénique.* Note de M. **Leloir**, présentée par M. Bouchard.

« Il y a cinq ans, je fus consulté pour une petite fille de 12 ans, atteinte depuis un an de hoquet incoërcible, se produisant toutes les demi-minutes, entravant le sommeil, la nutrition, et amenant le dépérissement de l'enfant. On avait prescrit en vain les antispasmodiques. L'idée me vint de comprimer fortement le nerf phrénique gauche, entre les deux attaches sterno-claviculaires du muscle sterno-cléido-mastoïdien. La compression digitale, assez douloureuse, dura trois minutes : au bout de ce temps, le hoquet avait complètement disparu, et je fus surpris de constater qu'il ne s'est plus reproduit depuis cette époque.

» J'ai, depuis lors, appliqué un grand nombre de fois cette méthode pour faire disparaître des hoquets chroniques ou aigus, résistant à tout autre traitement. J'ai toujours réussi, en comprimant pendant quelques minutes, quelques secondes dans certains cas, le nerf phrénique au point indiqué.

» Cette méthode me semble constituer une application intéressante des recherches de Vulpian, de Charcot et de Brown-Séquard sur l'action thérapeutique de l'excitation des nerfs périphériques. »

BOTANIQUE. — *Sur l'appareil mucifère des Laminaires.* Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« Il existe chez les Laminaires un tissu sécréteur spécial, qui produit un abondant mucilage. Remarqués dès le commencement du siècle dans une espèce des côtes d'Europe, puis successivement observés dans un nombre croissant de Laminariacées exotiques, les *canaux* ou *lacunes mucifères*, comme on les appelle ordinairement, ont été mentionnés par plusieurs algologues dans les descriptions d'espèces; mais leur formation et leur structure sont restées jusqu'ici peu connues. Les seules observations quelque peu attentives qui les concernent ont été faites par M. Will (¹) et par M. O. Rosenthal (²) sur des échantillons de *Macrocystis* conservés dans l'alcool.

» En reprenant cette étude dans des conditions favorables, au bord de la mer, sur des matériaux frais ou fixés par des réactifs appropriés (³), j'ai constaté que les *canaux mucifères* forment un appareil sécréteur tout particulier, qui n'existe dans aucun autre groupe de plantes. La connaissance de cet appareil m'a conduit ensuite à passer en revue les divers genres de Laminariacées conservées dans les collections, afin de rechercher le degré d'importance que sa présence ou son absence peut présenter pour la classification.

» Pour avoir la notion complète du mode de développement et de répartition des canaux mucifères, il faut s'adresser à une espèce qui en soit pourvue dans tous ses organes : tel est le cas du *Laminaria Cloustoni* Edmonst., qui occupe, sur nos côtes de Bretagne, les récifs les plus battus par les vagues et ne découvre qu'aux plus basses marées d'équinoxe.

» Le système végétatif de cette Algue se compose, comme on sait, d'une lame ou fronde annuelle, qui se découpe en lanières avec l'âge, et d'un stipe ou pied vivace, pourvu de rhizoïdes fixant la plante aux rochers.

(¹) Will, *Zur Anatomie von Macrocystis luxurians* Hook. fils et Harv. (*Bot. Zeit.;* 1884, nᵒˢ 51 et 52).

(²) O. Rosenthal, *Zur Kenntniss von Macrocystis und Thalassiophyllum* (*Flora*, 1890, p. 105-147).

(³) La technique employée sera indiquée dans un travail plus étendu qui paraîtra sous peu dans les *Annales des Sciences naturelles.*

C'est au point d'union de la lame et du stipe que se trouve la zone de croissance intercalaire ou point végétatif. Les canaux mucifères y naissent et se différencient, en deux directions opposées, dans les nouveaux tissus que la zone génératrice, longue de quelques millimètres, forme vers le haut pour donner la lame, vers le bas pour allonger le stipe.

» A l'origine, ce sont des méats lenticulaires, qui prennent naissance dans l'assise superficielle de la zone génératrice. La cloison radiale commune à deux cellules se transforme en mucilage dans sa partie médiane; puis, les deux cellules se divisent tangentiellement pendant que le méat s'élargit, mais elles n'offrent pas les caractères propres aux cellules de bordure qui entourent les canaux sécréteurs des Phanérogames. C'est seulement un peu plus tard qu'un groupe de petites cellules sécrétrices, formées par la division d'une ou plusieurs cellules de bordure, apparaît à la base du méat, c'est-à-dire à son extrémité opposée à la surface de la lame ou du stipe.

» Par suite de cloisonnements répétés qui s'effectuent en dehors d'eux pour donner l'écorce, les méats s'enfoncent de plus en plus dans le parenchyme cortical; dès qu'ils en occupent la zone interne, ils se mettent en communication les uns avec les autres et forment un réseau. Mais, au lieu de se multiplier de façon à en tapisser toute la surface interne et inférieure, les cellules sécrétrices restent localisées, au point de jonction des branches du réseau, sous forme d'îlots assez éloignés ou rapprochés par deux ou trois les uns des autres. En grossissant, ces îlots glandulaires prennent ordinairement l'aspect de cupules ou nacelles à bords irréguliers et ondulés; souvent même ils sont pourvus de culs-de-sac dus au rapprochement et à la soudure des bords de la nacelle.

» Un autre caractère tout spécial consiste en ce que, après la formation des mailles, on voit naître, sur la face opposée à celle qu'occupent les amas glandulaires, de nombreux diverticulums ou tubes qui se dressent perpendiculairement aux branches du réseau et s'avancent jusque sous l'épiderme en écartant les cellules corticales, aussi bien dans le stipe que dans la lame. Ces tubes ne s'ouvrent pas directement à la surface, comme les conduits excréteurs des glandes mucipares de certains animaux; dans la lame, ils soulèvent légèrement l'épiderme, mais sans le traverser pour déverser leur contenu à l'extérieur.

» Ainsi constitué, l'appareil mucifère du *L. Cloustoni* se retrouve avec des caractères semblables chez presque toutes les espèces du genre *Laminaria;* un très petit nombre, en effet, en sont entièrement privées. Parmi

celles qui le possèdent, les unes en sont pourvues à la fois dans le stipe et dans la lame, les autres seulement dans la lame. Les deux cas se rencontrent, par exemple, dans les espèces des côtes de France, au nombre de quatre : le premier cas comprend, à côté du *L. Cloustoni*, le *L. Rodriguezii;* le second, le *L. flexicaulis* et le *L. saccharina*. Dans les espèces exotiques, le premier cas est plus fréquent que le second.

» Il importe aussi de remarquer que la largeur et la forme des mailles du réseau, ainsi que la grosseur de ses branches, peuvent varier non seulement d'une espèce à l'autre, mais aussi dans une même espèce, suivant l'âge et la région considérés. Il en résulte que, pour la même espèce, les canaux se montrent, sur la section transversale de la lame ou du stipe, tantôt gros et tantôt petits, tantôt nombreux et tantôt rares. Ces variations expliquent en partie le désaccord qui existe entre les auteurs au sujet de l'intérêt qu'ils présentent pour la classification.

» Des faits analogues se rencontrent dans les autres genres, pour la plupart exotiques, de la famille des Laminariacées (j'ai examiné 21 espèces et 15 genres). Leur étude m'autorise à conclure que la présence ou l'absence de l'appareil mucifère offre un caractère important pour la distinction des espèces. A défaut de ce résultat, l'exposé qui précède aurait du moins, je crois, l'avantage de fournir sur la morphologie de ce curieux appareil des données beaucoup plus précises que celles que nous possédions jusqu'à ce jour. »

BOTANIQUE. — *Sur l'insertion dorsale des ovules chez les Angiospermes.* Note de M. **Gustave Chauveaud**, présentée par M. Duchartre.

« En étudiant les phénomènes de la reproduction chez les Asclépiadées, j'ai constaté que certaines de ces plantes produisent leurs ovules sur la face inférieure ou dorsale de leurs feuilles carpellaires.

» Dans cette famille, le pistil est formé de deux feuilles carpellaires opposées, libres dans leur région basilaire ou ovarienne, réunies dans leur portion terminale en une masse pentagonale tout à fait caractéristique. Si l'on suit, sur des coupes transversales, le développement de l'une de ces feuilles carpellaires chez le Dompte-venin (*Vincetoxicum officinale*, par exemple), on voit tout d'abord celle-ci se reployer vers l'intérieur de la fleur, de telle sorte que ses bords viennent se rencontrer au centre de

cette dernière. Arrivés au contact l'un de l'autre, ces bords accentuent leur courbure et s'avancent en direction radiale et centrifuge à l'intérieur de la cavité ovarienne qu'ils viennent de circonscrire. Les portions de la feuille carpellaire demeurent étroitement accolées dos à dos dans cette direction centrifuge, mais, après un court trajet, les bords divergent et se coudent à angle droit de part et d'autre de cette direction. Ils continuent de s'accroître ainsi, formant deux ailes dont la face étalée vers le centre de la cavité ovarienne regarde en même temps le côté externe de la fleur. Ce mouvement a eu pour effet de placer les portions nouvellement formées dans une situation identique, par rapport à l'axe, à celle de la portion médiane apparue à l'origine. Ce sont ces deux ailes qui vont donner naissance aux ovules. En effet, on voit ceux-ci se montrer bientôt sous forme de petits mamelons, qui font saillie sur leur face externe, face qui est bien la continuation directe de la face inférieure de la feuille carpellaire.

» Cette disposition particulière du placenta du Dompte-venin est facile à saisir quand on suit les diverses phases du développement; toutefois l'orientation des faisceaux libéro-ligneux qui parcourent les ailes placentaires permet encore de la reconnaître soit dans la fleur adulte, soit même dans le fruit, alors que les deux ailes soudées ensemble forment une masse plus ou moins irrégulièrement lobulée.

» On admettait jusqu'ici que toutes les Angiospermes produisent leurs ovules sur la face supérieure ou sur la portion marginale de leurs bords carpellaires, et ce caractère constituait l'une des différences invoquées pour séparer le groupe des Angiospermes de celui des Gymnospermes, chez lesquels au contraire les ovules naissent toujours sur la face inférieure des carpelles. D'autre part, les recherches récentes ont permis d'établir la comparaison entre les organes reproducteurs de toutes les plantes vasculaires.

» C'est ainsi que l'on peut passer par suppression d'un cloisonnement, du sporange des Cryptogames vasculaires au nucelle des Gymnospermes, et par un raccourcissement analogue, de ce dernier au nucelle des Angiospermes. Or, chez la plupart des Cryptogames vasculaires, les sporanges sont situés à la face inférieure des feuilles; les Angiospermes, par la situation de leurs ovules, se distinguaient donc des deux autres groupes de plantes vasculaires. L'observation précédente montre que cette distinction n'existe pas. Elle montre, en outre, que l'on peut établir une homologie

plus complète entre l'organe mâle et l'organe femelle de ces dernières plantes, car on savait déjà ([1]) que les sacs polliniques peuvent se rencontrer sur la face inférieure de leurs feuilles staminales. Le cas du Dompte-venin n'est pas d'ailleurs un fait isolé, et dans le groupe des Apocymées et Asclépiadées on peut rencontrer tous les passages entre une insertion franchement dorsale et une insertion simplement marginale. »

BOTANIQUE. — *Le chlorure de sodium dans les plantes.* Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Duchartre.

En étudiant les plantes du littoral, j'ai montré que des modifications anatomiques correspondent aux différences extérieures qui, dans une même espèce, affectent les échantillons du bord de la mer comparés à ceux qui remontent vers l'intérieur des terres. Recherchant les causes de ces modifications, j'ai cultivé des plantes sur du terreau arrosé avec des dilutions d'eau de mer et des solutions de chlorure de sodium. Il m'a été possible de reproduire dans les deux séries, avec certaines concentrations, les modifications reconnues dans la nature. J'ai donc signalé, parmi les causes de ces modifications, l'action de l'eau de mer, et, particulièrement, l'influence du chlorure de sodium ([2]).

» Comment agit ce chlorure de sodium? Que deviennent les éléments de ce sel? Pénètrent-ils dans les plantes étudiées?

» Je possède sur ce sujet quelques données que je ne comptais publier cette année qu'avec les résultats de nouvelles cultures expérimentales ; mais, les circonstances me forçant à ajourner celles-ci, je crois devoir, dès maintenant, présenter les faits acquis.

» Mes recherches ont porté sur le *Lepidium sativum* et le *Raphanus sativus*, qui ont fourni les meilleurs résultats dans les études précédentes. J'ai mis à digérer dans le même volume d'eau, et pendant le même temps, des poids égaux de tiges desséchées et broyées du *Lepidium* cultivé en 1890.

([1]) Voir notamment G. Bonnier, *Observations sur la situation morphologique des sacs polliniques chez* l'Helleborus fœtidus (*Bull. Soc. Bot. de France*, p. 139; 1879).

([2]) P. Lesage, *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles* (*Comptes rendus*, 29 juillet 1889 et *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, 1890). — *Action du sel marin sur les Radis* (*Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Marseille, 21 septembre 1891).

La même opération a été faite avec des Radis rapés et récoltés en 1891. J'ai ainsi obtenu des liqueurs sur lesquelles ont été faits les dosages suivants.

» Les éléments du sel marin sont le chlore et le sodium; considérons ces deux corps isolément.

» *Le chlore à l'état de chlorure.* — J'ai dosé les chlorures par le nitrate d'argent. Pour le *Lepidium*, j'ai comparé les échantillons poussés sur du terreau arrosé à l'eau de Vilaine à ceux qui avaient été arrosés avec la même eau contenant 5 pour 1000 de sel marin. Dans le premier cas, 20^{cc} de liqueur demandaient $2^{cc},7$ de la solution de nitrate d'argent pour précipiter tous les chlorures; dans le second, il en fallait $4^{cc},9$.

» Pour les Radis, j'ai opéré sur des échantillons arrosés, d'une part, à l'eau de Vilaine, d'autre part avec une solution contenant 15 pour 1000 de sel marin. Dans le premier cas, il fallait 2^{cc}, dans le second $6^{cc},5$ de liqueur d'argent pour précipiter les chlorures contenus dans 20^{cc} d'extrait.

» *Le chlore pénètre donc en plus grande quantité dans ces plantes quand le chlorure de sodium est plus abondant dans les arrosages.*

Le sodium. — J'ai recherché le sodium sous la forme de chloroplatinate par la méthode indiquée par M. Dehérain [1] en mettant dans des verres de montre le même volume des liqueurs, additionné de quantités égales de chlorure de platine et laissant évaporer dans une atmosphère desséchée par l'acide sulfurique.

» Il m'a été facile de voir, dans les quatre cas précédents, qu'il y avait du sodium partout, mais aussi que ce corps était en plus grande abondance dans les liqueurs provenant des échantillons arrosés, pour le *Lepidium*, à 5 pour 1000, pour le Radis, à 15 pour 1000 de sel marin.

» En variant cette méthode, j'ai pu constater les mêmes différences au microscope. Sur une lame de verre, à une goutte de liqueur j'ajoute une goutte de solution étendue de chlorure de platine et je dessèche sur une plaque chauffante. On reconnaît très bien, à un faible grossissement, le chloroplatinate de sodium en lames allongées et en baguettes isolées ou maclées, qu'on rencontre en faisant la même opération et substituant le chlorure de sodium à la liqueur, mais qu'on ne voit plus sur des préparations où l'on emploie les chlorures de calcium, de magnésium, de zinc, ainsi que je l'ai fait pour vérifier cette réaction. Je ne parle pas du chloroplatinate de potassium qui est si reconnaissable par ses octaèdres ou ses macles d'une forme nettement caractéristique.

» Ce procédé permet d'inclure les préparations dans du baume de Canada et de les examiner pendant un certain temps, ce qui devient difficile autrement, quand on se trouve dans une atmosphère légèrement humide, car le chloroplatinate de sodium est très déliquescent.

---

(1) P.-P. Dehérain, *Assimilation de la soude par les plantes* (*Annales des Sciences naturelles et botaniques,* 5e série, t. VI, p. 342).

» Enfin le dosage exact du potassium et du sodium par la méthode de Deville a donné les résultats suivants, pour 30gr de Radis frais (1) :

	K et Na dosés à l'état de chlorures.	
	KCl.	NaCl.
Arrosage à l'eau de Vilaine.............	161mgr, 318	45mgr, 7
Arrosage à 15 pour 1000 de NaCl.......	60mgr	161mgr, 4

» Il ressort nettement de là que *le sodium pénètre en plus grande abondance dans les tiges du Lepidium et dans les tubercules du Radis quand les arrosages sont plus riches en sel marin.*

» En *résumé*, quand on arrose le *Lepidium sativum* et le *Raphanus sativus*, avec du chlorure de sodium, on retrouve, dans ces plantes, les éléments de ce sel qui, par conséquent, *est absorbé par elles dans une certaine proportion.* »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'une couronne lunaire, le 14 janvier 1892.* Note de M. CHAPEL.

« Dans la soirée du 14 janvier, vers 10^h, on a pu observer, de Paris, une assez belle couronne lunaire.

» Cette couronne se développait à l'est de la Lune, à 18° environ de l'astre, sur un arc de près de 90°. Elle présentait les couleurs et l'éclat d'un arc-en-ciel solaire d'intensité moyenne, dont la largeur serait réduite à 2° environ.

» De légers nuages moutonnés couraient sur le ciel, dans le voisinage de la Lune; mais la couronne était certainement due à des nuées beaucoup plus élevées et complètement invisibles.

» Ce phénomène est, je crois, assez rare : je n'en connais d'autre observation récente que celle qui a été faite, à Bordeaux, par M. Lespiault, le 15 puis le 19 décembre 1874 (*Comptes rendus*, t. LXXIX).

» En l'enregistrant, le savant professeur se demandait s'il n'existait pas quelque relation entre ce phénomène et les importantes perturbations atmosphériques qui se manifestèrent à cette époque. »

M. **Léopold Hugo** adresse une Note relative à l'extinction de l'étoile de Cassiopée (1572), étudiée par Tycho Brahé.

(1) Ce dosage a été fait au Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Rennes, dirigé par M. Lechartier, Correspondant de l'Académie.

M. **V. Ducla** adresse une Note relative à une méthode de détermination du nombre π.

M. **Ch. Morel** adresse une Note relative à un nouvel hygromètre.

M. le Dr **Pigeon** adresse une Note relative aux causes provocatrices des épidémies.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

ERRATA.

(Séance du 11 janvier 1892.)

Note de M. *Resal,* Sur la résistance et les faibles déformations des ressorts en hélice :

Page 40, lignes 6 et 7, introduire le facteur $d\theta$ entre les deux intégrales des intégrales doubles de δx, δy.